# Untersuchungen über die verschiedenen Stroharten,

## ihre Zusammensetzung und ihre Verdaulichkeit

### mit besonderer Berücksichtigung der Rohfaser und der Zellulose.

---

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt von

**Friedrich Ries**
aus Karlsruhe (Baden).

ACAD. LUGD. BAT BIBL.

**Merseburg.**
Druck von Friedrich Stollberg.
1914.

Gedruckt mit Genehmigung der philosophischen Fakultät der Universität Rostock.

Referent: Professor Dr. F. Honcamp.

Sonderabdruck aus der Zeitschrift „Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen“.

**Meinen lieben Eltern**

in Dankbarkeit

gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553616_0128

# Einleitung.

Zu den ältesten Futtermitteln zählt bekanntlich neben dem Heu das Stroh. Bezüglich des Futterwertes der verschiedenen Stroharten gehen zurzeit die Ansichten dahin, dass unter allen Strohsorten das an und für sich schon proteinreiche Stroh der Leguminosen gegebenen Falles Wiesenheu, in einzelnen Fällen vielleicht sogar Kleeheu gleichkommen kann, während man bei den Getreidearten dem Sommerhalmstroh und zwar in erster Linie dem Haferstroh ganz allgemein eine Überlegenheit über das Wintergetreidestroh zuschreibt. Das Stroh von Raps, Rübsen, Buchweizen usw. wird wiederum in bezug auf seinen Nährwert ungefähr dem des Sommergetreides gleichgestellt. Die hier wiedergegebenen Ansichten über den Wert der verschiedenen Stroharten für die tierische Ernährung stützen sich in erster Linie auf die älteren Ausnutzungsversuche von W. Henneberg, E. von Wolff und anderen.

Nun hat aber gerade die Pflanzenzüchtung in den letzten Jahrzehnten grosse Fortschritte gemacht, infolge deren wir heute bei den eifrigen Bestrebungen in allen Fällen ein möglichst lagerfestes Getreide heranzüchten, ein meist zwar sehr steifhalmiges, dafür aber auch kieselsäure- und rohfaserreiches, ja man kann fast sagen schilfartiges Halmgetreide besitzen. Es kommt ferner hinzu, dass das heutige Stroh, wenigstens in

modernen Wirtschaften mit Drillkultur und ausgedehntem Hackfruchtbau, fast gar nicht mehr von meist zartblättrigen, nährstoffreichen und in der Regel auch hochverdaulichen Unkrautpflanzen durchsetzt ist.

Da nun aber, wie bei allen Rauhfutterarten, so natürlich auch beim Stroh, der Grad der Verholzung, wie er am deutlichsten im Rohfasergehalt zum Ausdruck kommt, im umgekehrten Verhältnis zum Nährwert des betreffenden Rauhfutters steht, so kann man hieraus folgern, dass, gegenüber den älteren, das Stroh unserer modernen Getreidesorten vielleicht einen geringeren Futterwert besitzt.

Unter Berücksichtigung der dargelegten Verhältnisse erschien es uns daher erwünscht, von neuem in eine Untersuchung bezüglich der Verdaulichkeit der verschiedenen Strohsorten einzutreten. Da aber bekanntlich neben mannigfaltigen anderen Verhältnissen auch die Jahreswitterung einen wesentlichen Einfluss auf die Zusammensetzung und damit in einem gewissen Zusammenhang stehend auch auf die Verdaulichkeit des Rauhfutters ausüben soll, so benutzten wir zu unseren Versuchen sowohl Stroh aus dem sehr trockenen, dürren Jahre 1911 und dem sehr nassen und feuchten 1912. Die Ergebnisse der Versuche aus diesen beiden in ihren Witterungsverhältnissen extremen Jahren glauben wir sowohl in bezug auf die chemische Zusammensetzung, als wie auch auf die Verdaulichkeit der einzelnen Strohsorten um so eher untereinander vergleichen zu können, als es uns wenigstens in der Mehrzahl der Fälle gelungen war, immer die gleiche Strohsorte aus derselben Wirtschaft zu erhalten. Es war somit doch wenigstens bis zu einem gewissen Grade Gewissheit gegeben, ein Stroh zu erhalten, das in beiden Jahren unter gleicher Düngung und einigermassen gleichen klimatischen und Bodenverhältnissen gewachsen war.

Fernerhin erschien es uns wünschenswert, eine erneute Untersuchung der Strohrohfaser, das heisst der Zellmembran, vorzunehmen. Gerade das Stroh der verschiedenen Getreidearten spielt in der Ernährung der Herbivoren eine wichtige Rolle. Es gehört zu den rohfaserreichsten, jedoch eiweissärmsten Futterstoffen. Rohfaserreiche Futterstoffe haben für den Organismus der Herbivoren vielleicht weniger durch ihre Nährwirkung als hauptsächlich als Füllmaterial und durch den mechanischen Reiz zur Förderung der Darmperistaltik eine erhöhte Bedeutung.

Wie bekannt, wird ja der Produktionswert eines Futtermittels mitbedingt durch seinen Gehalt an Rohfaser und zwar in erster Linie durch deren physikalische Beschaffenheit. Je mehr und je intensiver also die Rohfaser durch inkrustierende Substanzen, wie namentlich Lignin und Kutin durchsetzt und eingehüllt wird, desto grösser wird der Aufwand an Kauarbeit und desto grösser wird demgemäss auch der Produktionsausfall sein.

Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse erscheint es daher durchaus von Interesse, einen genauen Einblick in die Zusammensetzung der Strohrohfaser zu erhalten.

Unter dem Namen Rohfaser versteht man ein zellulosehaltiges Produkt, wie es nach einer bestimmten, genau zu befolgenden Behandlungsweise des Rohmaterials zurückbleibt. Abgesehen von dem Versuche Humphry Davys,[1]) der alles nach dem Behandeln der Pflanzenteile mit siedendem Wasser und siedendem Alkohol übrigbleibende Rohfaser nannte, war Karl Sprengel[2]) der erste, welcher ein bis zu einem gewissen Grade befriedigendes Verfahren zur Bestimmung der Rohfaser vorschlug. Er suchte durch wiederholtes Behandeln der Pflanzenteile mit Wasser, Alkohol, Äther, verdünnter Salzsäure, Kalilauge und Chlorwasser die nach damaliger Meinung in diesen Lösungsmitteln gänzlich unlösliche Zellulose von den anderen Bestandteilen der Pflanzenstoffe zu befreien, um sie darauf nach dem Auswaschen und Trocknen zur Wägung zu bringen. Seit dieser Zeit sind gegen 45 verschiedene Verfahren in Vorschlag gebracht worden, die aber fast alle auf demselben Prinzip beruhen. Es sind die verschiedensten Lösungsmittel bei wechselnder Einwirkungsdauer und Konzentration angewandt worden und noch augenblicklich ist man bestrebt, die dem jetzigen Stande der Wissenschaft lange nicht mehr entsprechenden Bestimmungsmethoden des Hauptbestandteiles der Rohfaser, nämlich der Zellulose, zu verbessern. Dass die Aufgabe noch lange nicht als gelöst zu betrachten ist, haben die Arbeiten vieler hervorragender Chemiker zur Genüge bewiesen. Einem Teil der Verfahren haftet der Fehler an, dass sie die Zellulose selbst zu sehr angreifen, bei anderen bleiben, falls zu schwache Lösungsmittel angewandt werden, die übrigen Bestandteile der Zellwandungen in zu grossen Mengen ungelöst, so dass die nach ein- und demselben Verfahren gefundenen Zahlen nur einen relativen, d. h. nur einen unter sich vergleichbaren Wert haben und nicht den tatsächlichen Gehalt an Zellulose und Inkrusten angeben. Eines der ältesten Verfahren der Rohfaserbestimmung in Futtermitteln ist bekanntlich die von Henneberg ausgearbeitete sog. Weender Methode. Nach dieser fasst man unter dem Namen Rohfaser alle diejenigen organischen stickstofffreien Bestandteile der Futtermittel zusammen, welche bei je halbstündigem Erhitzen der zu untersuchenden Substanz mit $1^1/_4$ %iger Schwefelsäure, $1^1/_4$ %iger Kalilauge und darauf-

[1]) Elemente der Agrikulturchemie. Deutsch von F. Wolff, Berlin 1814, S. 116.

[2]) Chemie für Forstmänner, Landwirte usw. Göttingen 1832, 2, 250.

folgender Extraktion mit Wasser, Alkohol und Äther ungelöst zurückbleiben. Die so gewonnene Roh- oder Holzfaser stellt keine reine Zellulose dar, sondern ist ein Gemisch von dieser mit Derivaten von Kohlehydraten mit eingelagerten Methyl-, Methoxyl-, Azetyl- und Formylgruppen, also mit Körpern von einem höheren Kohlenstoffgehalt als der reinen Zellulose zukommt. Diese fasst man ganz allgemein unter dem Namen Ligninsubstanzen zusammen.

Ferner enthält die Weender Rohfaser noch beträchtliche Mengen von furfurrolliefernden Stoffen, die zum Teil als Pentosane anzusprechen sind. Die Folge hiervon ist, dass, wenn man die Pentosane getrennt bestimmt und berechnet, letztere sowohl in der Rohfaseranalyse, als auch bei der direkten Bestimmung der Pentosane zum Ausdruck kommen und daher gewissermassen zweimal in der Futtermittelanalyse erscheinen.

Eine andere Methode zur Bestimmung der Rohfaser hat in neuerer Zeit neben der Hennebergschen grosse Wichtigkeit erlangt und übertrifft dieselbe in bezug auf Einfachheit und Schnelligkeit der Ausführung. Sie wurde von J. König ausgearbeitet und liefert im Gegensatz zu der Weender Methode eine fast pentosanfreie Rohfaser. Nach dieser erhitzt man 3 g des Rohmaterials mit 200 ccm Glyzerin von 1.230 spezifischem Gewicht, das im Liter 20 g konzentrierte Schwefelsäure enthält, im Kolben unter Rückflusskühlung genau eine Stunde zum Sieden, wobei die Temperatur von 131 bis 133° C. genau eingehalten und nicht überschritten werden soll. Darauf lässt man abkühlen, versetzt mit 300 ccm siedendem Wasser, filtriert kochend heiss, wäscht mit heissem Wasser, Alkohol und Äther, trocknet, wägt, verascht und wägt wieder. Die Differenz beider Wägungen ergibt die aschenfreie Rohfaser.

Die so gewonnene Rohfaser stellt naturgemäss ebenfalls keine reine Zellulose dar, sondern ist auch ein Gemisch von Zellulose mit Lignin und Kutin, dafür aber fast vollkommen frei von furfurolliefernden Stoffen. Obige drei Hauptbestandteile werden nach einem weiteren Verfahren von J. König mit Hilfe von Wasserstoffsuperoxyd bei Anwesenheit von Ammoniak getrennt und quantitativ bestimmt. Das Lignin wird hierbei wegoxydiert, d. h. indirekt bestimmt und aus der Differenz berechnet. Demgemäss besteht der zurückbleibende Oxydationsrückstand aus Zellulose und Kutin, welch erstere J. König in der Weise bestimmt, dass er sie in Kupferoxydammoniak löst, mit Alkohol wieder ausfällt und zur Wägung bringt. Den ungelöst zurückbleibenden Teil bestimmt und bezeichnet König als Kutin. Aber auch gegen diese Methode ist von verschiedenen Seiten der Einwand erhoben worden, dass bei diesem Verfahren die Zellulose stark angegriffen und einer verhältnismässig weitgehenden Zersetzung unterworfen wird. So ergaben z. B. Versuche von C. Beck[1]), dass Watte nach der Königschen Methode 14.71 %, Filtrierpapier sogar 26.29 % verlor, Matthes und Rohdich[2]) fanden für reines Filtrierpapier einen Verlust von 13.98 %. Da also hiernach auch das Königsche Verfahren nicht als ganz einwandfrei zu bezeichnen ist, so zogen wir zu unseren Untersuchungen noch die Zellulosebestimmungsmethode von Cross und Bevan[3]) heran. Diese beiden Forscher haben auf Grund eingehender Untersuchungen

[1]) Zeitschrift f. Unters. d. Nahrungs- u. Genussmittel 3, 162 (1900).
[2]) Pharmaz. Zentrallhalle 47, 1027 (1906).
[3]) „Zellulose“ 95.

über die Anwendung des Chlorgases zur quantitativen Bestimmung der Zellulose in der Jutefaser, die nach ihren Angaben die typische Form der Lignozellulose, d. h. der verholzten Faser darstellt, festgestellt, dass nur mit diesem Verfahren das Maximum der vorhandenen Zellulose zu ermitteln ist. Dasselbe hat vor allen Dingen den Vorteil, ein chemisch genau studierter Vorgang zu sein, der ziemlich frei von sekundären Reaktionen verläuft und im wesentlichen nur in einer Löslichmachung, d. h. einer Chlorierung der Ligninbestandteile der Pflanzenfaser besteht. Das Verfahren zeichnet sich ausserdem durch Einfachheit und schnelle Ausführbarkeit aus. Unter der Einwirkung des Chlorgases verwandelt sich das Lignin nach Cross und Bevan in Lignonchlorid, $C_{19}H_{18}Cl_4O_9$, das in Alkohol oder verdünnter Natriumsulfitlösung löslich ist und auf diese Weise entfernt werden kann. Die zurückbleibende unlösliche Zellulose enthält keine ungesättigten Gruppen mehr, enthält jedoch noch 4—8 % Furfurol und besteht nach der Terminologie von Cross und Bevan aus einem Gemisch von $\alpha$- und $\beta$-Zellulose. Erstere gleicht in ihrer Zusammensetzung der Baumwollzellulose, letztere dagegen zeigt viel geringere Widerstandsfähigkeit gegen Oxydationsmittel, Säuren und Alkalien und unterliegt daher bei den meisten anderen Zellulosebestimmungsmethoden der Zerstörung. Ausserdem liefert sie beim Kochen mit Säuren Furfurol und enthält Methoxylgruppen. Nach Untersuchungen von Cross und Bevan bildet der furfurolliefernde Komplex einen integrierenden Bestandteil der aus Holz, Stroh und Jute isolierten Zellulose, indem dieselbe ihrer Natur nach eine Oxyzellulose darstellt und als solche beim Destillieren mit Salzsäure Furfurol liefert. Die Trennung der Pflanzenfaser mit Hilfe gasförmigen Chlors in Zellulose und lösliche Bestandteile ist früh erkannt und verwendet worden. So bestimmte Dumas schon 1844 die Zellulose des Holzes; ähnliche Verfahren benutzten Fremy, Terreil, sowie Dragendorff, um das Holz in seine Einzelbestandteile zu zerlegen. Zur gewichtsanalytischen Bestimmung der Zellulose nach dem Verfahren von Cross und Bevan werden 1—2 g der feingemahlenen Substanz zunächst $^1/_2$ Stunde mit 1 %iger Natronlauge unter Ersatz des verdunstenden Wassers zum Sieden erhitzt, mit heissem Wasser ausgewaschen und die so vorbereitete Substanz in feuchtem Zustande ca. 30—60 Minuten lang unter Kühlung einem langsamen Strom gewaschenen Chlorgases ausgesetzt. Alsdann wird mit Wasser gewaschen, mit 2 %iger Natriumsulfitlösung übergossen, langsam zum Sieden erhitzt, 0.2 % des Volums an Natriumhydroxyd zugesetzt und noch 5 Minuten im Sieden erhalten. Schliesslich wird mit heissem Wasser gewaschen, mit 10 ccm einer 0.1 %igen Kalipermanganatlösung gebleicht, mit einigen Tropfen schwefliger Säure versetzt und mit destilliertem Wasser gut ausgewaschen, bei 105° C. getrocknet, gewogen, verascht und wieder gewogen. Die Differenz ergibt die aschenfreie Zellulose.

## A. Untersuchungen der verschiedenen Stroharten.

1. Organische Bestandteile. Die Untersuchung der verschiedenen Stroharten auf ihre organischen Bestandteile geschah nach den allgemein üblichen Methoden, wie solche auch ausführlich in dem trefflichen Handbuch von J. König: „Die

Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe“[1]) angegeben sind.

Die hierbei für Getreidestroh gewonnenen Ergebnisse sind in den beiden folgenden Tabellen I und II zusammengestellt.

**Tabelle I. Zusammensetzung der verschiedenen Stroharten aus dem Jahre 1911.**

| | Rohprotein % | Reineiweiss % | N-freie Extraktstoffe % | Rohfett % | Rohfaser % | Pentosane % | Asche % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hafer | 3.35 | 3.25 | 45.36 | 1.73 | 42.84 | 26.21 | 6.72 |
| Wintergerste | 5.02 | 4.65 | 45.95 | 1.54 | 42.06 | 25.93 | 5.43 |
| Sommergerste | 4.00 | 3.80 | 45.34 | 1.40 | 44.29 | 26.10 | 4.97 |
| Winterweizen | 2.63 | 2.46 | 47.02 | 1.12 | 46.26 | 25.68 | 2.97 |
| Sommerweizen | 2.74 | 2.61 | 44.47 | 1.85 | 46.61 | 27.41 | 4.33 |
| Winterroggen | 3.36 | 3.21 | 42.73 | 1.78 | 48.59 | 26.65 | 3.54 |
| Sommerroggen | 3.68 | 3.44 | 48.51 | 1.83 | 42.99 | 26.07 | 2.99 |

**Tabelle II. Zusammensetzung der verschiedenen Stroharten aus dem Jahre 1912.**

| | Rohprotein % | Reineiweiss % | N-freie Extraktstoffe % | Rohfett % | Rohfaser % | Pentosane % | Asche % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hafer | 2.96 | 2.66 | 41.67 | 1.62 | 49.03 | 26.41 | 4.72 |
| Wintergerste | 5.49 | 5.29 | 43.00 | 0.89 | 44.55 | 26.70 | 6.07 |
| Sommergerste | 3.56 | 3.39 | 42.01 | 1.39 | 45.79 | 27.03 | 7.25 |
| Winterweizen | 4.78 | 4.58 | 42.06 | 0.88 | 47.86 | 25.11 | 4.42 |
| Winterroggen | 3.80 | 3.50 | 45.34 | 1.62 | 44.75 | 26.48 | 4.49 |
| Dinkel (Spelzweizen) | 2.74 | 2.52 | 42.09 | 0.93 | 46.93 | 27.59 | 7.31 |

Inwieweit die hier untersuchten Strohsorten moderner Getreidearten von denen der früheren Sorten voneinander abweichen, dürfte sich am ehesten zeigen, wenn wir zum Vergleich die von J. König und Th. Dietrich[2]) bis zum Jahre 1891 gesammelten Werte heranziehen. Hiernach enthielten und zwar ebenfalls in der Trockensubstanz:

[1]) Verlag von Paul Parey in Berlin, 1906.

[2]) Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel. Verlag von J. Springer, Berlin 1891.

| | Roh-protein | N-freie Extraktstoffe | Rohfett | Rohfaser | Asche |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Hafer. | | | |
| Im Minimum . . | 0.73 | 29.04 | 0.86 | 31.27 | 2.07 |
| Im Maximum . . | 9.06 | 54.84 | 6.46 | 63.96 | 10.87 |
| **Im Mittel . . .** | **3.96** | **44.36** | **2.11** | **43.21** | **6.36** |
| | | Gerste. | | | |
| Im Minimum . . | 1.18 | 36.05 | 1.29 | 37.60 | 4.78 |
| Im Maximum . . | 10.08 | 48.26 | 2.59 | 49.39 | 10.11 |
| **Im Mittel . . .** | **3.78** | **43.25** | **2.09** | **43.78** | **7.10** |
| | | Weizen. | | | |
| Im Minimum . . | 1.29 | 27.38 | 0.69 | 30.51 | 3.68 |
| Im Maximum . . | 7.06 | 56.07 | 4.17 | 62.47 | 10.47 |
| **Im Mittel . . .** | **3.30** | **44.09** | **1.46** | **44.61** | **6.54** |
| | | Roggen. | | | |
| Im Minimum . . | 1.53 | 26.31 | 1.10 | 37.70 | 2.68 |
| Im Maximum . . | 7.88 | 52.00 | 3.04 | 60.44 | 9.18 |
| **Im Mittel . . .** | **3.70** | **45.30** | **1.66** | **44.50** | **4.84** |

Vergleichen wir diese Zahlen mit den unsrigen, so weist im allgemeinen nichts darauf hin, dass das Stroh unserer modernen Getreidesorten in seiner Zusammenstellung wesentlich von dem der älteren Sorten abweicht. Die Schwankungen und Unterschiede fallen bald in dieser bald in jener Richtung aus, was allein schon darauf hindeutet, dass wir es hier mit jenen Schwankungen und Differenzen zu tun haben, wie wir solche stets bei ein und demselben Futtermittel, aber verschiedener Herkunft, vorfinden. Wenn demgegenüber jedoch eine Reihe älterer Untersuchungen, so von E. von Wolff, Henneberg und Stohmann und von anderen z. B. für das Haferstroh einen wesentlich höheren Proteingehalt (z. B. 7.19 % in der Trockensubstanz) angeben, so ist dies eben wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass wir es hier mit einem stark von Unkraut durchwachsenen Stroh zu tun haben.

Es geht ferner aus unseren Untersuchungen hervor, dass das Wintergetreide keineswegs und ohne weiteres allgemein als rohfaserreicher anzusprechen ist. Im Gegenteil finden wir z. B. das aus dem Jahre 1912 stammende Haferstroh als am rohfaserreichsten. Auch bei dem Sommer- und Wintergetreide derselben Frucht aus dem gleichen Jahre finden wir ganz unregelmässig

und willkürlich einmal einen höheren Rohfasergehalt beim Wintergetreide, das andere Mal aber umgekehrt bei dem Sommergetreide. Wir werden später noch sehen, ob die heute ganz allgemein gültige und von O. Kellner zum Ausdruck gebrachte Anschauung: „Wie bei den übrigen Rauhfutterstoffen, so steht auch bei dem Stroh der Getreidearten der Grad der Verholzung, der im Rohfasergehalt deutlich ausgeprägt ist, im umgekehrten Verhältnis zum Nährwert, und wenn wir mit diesem Maßstab messen, so finden wir, dass die Getreidearten bezw. Sorten von kürzerer Vegetationszeit, die Sommerhalmfrüchte, ein besseres Futterstroh liefern, als die Winterhalmfrüchte," heute noch berechtigt ist oder nicht.

Bekanntlich soll nun auch die Jahreswitterung von wesentlichem Einfluss auf die Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Rauhfutterstoffe sein. Dass dies besonders für die Dürrheubereitung (Wiesenheu, Kleeheu usw.) gilt, ist allgemein anerkannt und durch zahlreiche Versuche und Untersuchungen mit positiver Sicherheit nachgewiesen. In bezug aber auf das Stroh liegt unseres Wissens nur ein Versuch M. Maerckers für Haferstroh vor, welcher in 3 aufeinanderfolgenden Jahren nachstehende Verhältnisse beobachten konnte.

| | Protein | Verdaulichkeit des Proteins | Gehalt an verdaulichem Protein | N-freie Extraktstoffe |
|---|---|---|---|---|
| 1887 sehr nass . | 2.02 % | 28.2 % | 0.58 % | 35.9 % |
| 1888 mässig nass | 2.23 „ | 56.8 „ | 1.26 „ | 39.4 „ |
| 1889 trocken . . | 3.42 „ | 63.2 „ | 2.22 „ | 38.9 „ |

„Man sieht," so folgert Maercker aus diesen Zahlen, „dass zwar die stickstofffreien Nährstoffe sehr wenig von der Jahreswitterung berührt werden, aber sehr bedeutend die stickstoffhaltigen und vor allem ihre Verdaulichkeit (ermittelt nach Stutzer), welche beim Haferstroh zwischen 28.2 und 63.2 % schwankte, so dass einem Gehalt von verdaulichem Protein von 0.58 % im Jahre 1887, im Jahre 1889 der fast vierfach so hohe von 2.22 % gegenübersteht."

Betrachten wir dagegen unsere Zahlen, so können wir auch hier wiederum irgendwelche Gesetzmässigkeiten und zwar vorläufig nur in bezug auf die chemische Zusammensetzung (Proteingehalt) nicht beobachten, wie dies am deutlichsten und besten aus nachfolgender Gegenüberstellung hervorgehen dürfte:

| | Hafer | Winter-weizen | Sommer-gerste | Winter-gerste | Winter-roggen |
|---|---|---|---|---|---|
| 1911 trocken . . | 3.35 % | 2.63 % | 4.00 % | 5.02 % | 3.36 % |
| 1912 nass . . . | 2.96 „ | 4.78 „ | 3.56 „ | 5.49 „ | 3.80 „ |

Auch in bezug auf den Gehalt an Reineiweiss treten in den beiden Jahren Unterschiede ebenfalls nicht hervor, denn es enthielten:

| | Hafer | Winter-weizen | Sommer-gerste | Winter-gerste | Winter-roggen |
|---|---|---|---|---|---|
| 1911 trocken . . | 3.25 % | 2.46 % | 3.80 % | 4.65 % | 3.21 % |
| 1912 nass . . . | 2.66 „ | 4.58 „ | 3.39 „ | 5.29 „ | 3.50 „ |

Unsere Untersuchungen bestätigen also, wenigstens was die chemische Zusammensetzung der Strohsorten anbetrifft, nicht die Beobachtungen von M. Maercker. Möglich, dass vielleicht in den achtziger Jahren, aus welcher Zeit der Maerckersche Versuch datiert, Hack- und Drillkultur noch nicht derart fortgeschritten waren, wie zurzeit und demgemäss auch noch nicht ein so wenig von Unkrautpflanzen durchsetztes Stroh gewonnen wurde. Ist unsere Annahme richtig, dann wären wahrscheinlich die von Maercker gemachten Beobachtungen eben in erster Linie auf die dem Stroh beigemischten blatt- und proteinreichen Bestandteile von Unkrautpflanzen zurückzuführen. Übrigens sind aus den Maerckerschen Angaben die Niederschlagsmengen in den Jahren 1887, 1888 und 1889 nicht ersichtlich. Diese sind nach den von uns auf der Versuchsstation selbst gemachten meteorologischen Beobachtungen für die Rostocker Gegend, aus welcher alles Stroh mit Ausnahme des aus der Wismarschen Gegend stammenden Wintergerstenstrohes, sowie für letztere, folgende:

| | 1910/11 | | 1911/12 | |
|---|---|---|---|---|
| | Rostock | Wismar | Rostock | Wismar |
| Oktober . . . . . | 16.9 | 23.7 | 56.3 | 55.8 |
| November . . . . | 47.8 | 60.6 | 42.8 | 52.8 |
| Dezember . . . . | 34.6 | 24.8 | 49.8 | 37.8 |
| Januar . . . . . | 26.8 | 18.7 | 22.9 | 28.5 |
| Februar . . . . | 76.1 | 78.9 | 26.9 | 40.6 |
| März . . . . . | 24.5 | 34.8 | 37.7 | 47.6 |
| April . . . . . | 27.0 | 24.6 | 32.0 | 48.7 |
| Mai . . . . . | 17.3 | 26.0 | 51.8 | 45.7 |
| Juni . . . . . | 55.2 | 52.0 | 96.5 | 83.9 |
| Juli . . . . . | 32.3 | 29.8 | 24.1 | 34.9 |
| August . . . . . | 18.8 | 14.1 | 120.4 | 94.9 |
| September . . . . | 38.0 | 31.3 | 51.1 | 37.2 |
| Insgesamt: | 415.3 | 419.3 | 612.3 | 608.4 |

Hiernach fielen in der Rostocker Gegend im Jahre 1912: 197.0 mm, in der Wismarschen Gegend im gleichen Jahre 189.1 mm mehr als im vorhergehenden. Noch deutlicher und schärfer tritt aber der Unterschied hervor, wenn wir nur die im Sommer der beiden Jahre festgestellten Niederschlagsmengen miteinander vergleichen (von Mai bis September einschliesslich).

Es würden den in der Rostocker Gegend 161.6 mm Niederschlägen im Jahre 1911 343.9 mm in der gleichen Zeit des Jahres 1912 gegenüberstehen und die gleichen Verhältnisse für die Wismarsche Gegend würden sich auf 153.2 mm gegenüber 296.6 mm stellen. Man kann also behaupten, dass im Sommer 1912 die Niederschlagsmenge doppelt so gross gewesen ist, wie in dem trockenen vorhergehenden Jahre 1911.

Trotz dieser erheblichen Unterschiede in der Niederschlagsmenge machte sich aber nach unseren vorliegenden Untersuchungen eine wesentliche Differenz in der chemischen Zusammensetzung der aus den beiden Jahren stammenden Strohsorten, soweit diese untereinander vergleichbar sind, nicht geltend.

Was die weiterhin zu unseren Untersuchungen herangezogenen Leguminosen-Stroharten anbetrifft, so sind diese gegenüber dem Getreidestroh und entsprechend auch den allgemeinen Anschauungen als stickstoffreicher zu bezeichnen. In der Mitte zwischen den Leguminosen- und den Getreidestroharten stehen ungefähr die Stroharten der Cruciferen, Raps und Rübsen.

Was den Rohfasergehalt der Leguminosen- sowie der Cruciferenstroharten anbetrifft, so liegt dieser bei den hier untersuchten Strohproben höher als derjenige der Getreidesorten. Des Vergleiches wegen lassen wir auch hier zunächst die von J. König und Th. Dietrich ermittelten Durchschnittszahlen folgen (berechnet auf Trockensubstanz):

| | Protein | N-freie Extraktstoffe | Rohfett | Rohfaser | Asche |
|---|---|---|---|---|---|
| Erbsenstroh . . . . . | 9.90 % | 33.25 % | 2.30 % | 47.60 % | 6.95 % |
| Lupinenstroh . . . . . | 8.00 „ | 37.26 % | | 50.06 „ | 4.68 „ |
| Rapsstroh . . . . . | 2.70 „ | 43.45 „ | | 50.02 „ | 3.60 „ |
| Rübsenstroh . . . . . | 2.30 „ | 47.20 „ | | 46.50 „ | 4.00 „ |

Die von uns für diese Stroharten ermittelte Zusammensetzung war in der Trockensubstanz nachstehende:

**Tabelle III. Zusammensetzung der Cruciferen- und Leguminosenstroharten aus dem Jahre 1912.**

| | Rohprotein % | Reineiweiss % | N-freie Extraktstoffe % | Rohfett % | Rohfaser % | Pentosane % | Asche % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Raps | 4.45 | 4.19 | 36.02 | 0.96 | 52.86 | 23.16 | 5.71 |
| Rübsen | 6.70 | 6.05 | 36.49 | 0.83 | 48.96 | 21.91 | 7.02 |
| Erbse I | 9.79 | 9.12 | 35.60 | 1.51 | 47.66 | 18.96 | 5.44 |
| Erbse II | 8.98 | 8.36 | 34.53 | 1.59 | 50.78 | 19.65 | 4.12 |
| Lupine | 5.65 | 5.23 | 32.87 | 1.31 | 57.57 | 21.30 | 2.60 |

Hiernach zeigen die Ergebnisse unserer Untersuchungen verhältnismässig geringe Abweichungen von den Königschen Mittelzahlen.

2. Anorganische Bestandteile. Der Gehalt an anorganischen Bestandteilen wird wie bei allen Pflanzen und Pflanzenteilen im allgemeinen so auch bei den Stroharten im besonderen stets grossen Schwankungen unterworfen sein. Die jeweiligen Boden- und Düngungsverhältnisse werden hier immer einen grossen Einfluss ausüben. Auch den jeweiligen klimatischen Verhältnissen spricht man einen gewissen Einfluss auf den Gehalt der Futterstoffe an mineralischen Bestandteilen zu.

So soll, was ja eigentlich auch ohne weiteres verständlich und erklärbar sein würde, das in sehr trockenen Jahren gewachsene Stroh besonders arm an Phosphorsäure und Kalk sein. Aschenanalysen von Futterstoffen aus neuerer Zeit liegen in nur verhältnismässig geringer Zahl vor. Die meisten uns bekannten derartigen Untersuchungen stammen noch aus jener Entwicklungszeit der Agrikulturchemie, in welcher man aus solchen Analysen glaubte Schlüsse ziehen zu können einmal auf die Düngebedürftigkeit des Bodens selber und zum anderen auf die Entbehrlichkeit bezw. Unentbehrlichkeit des einen oder anderen Nährstoffes für die Pflanze. Es ist das Verdienst von E. von Wolff gewesen, die bis zu seiner Zeit ausgeführten Aschenanalysen kritisch zu sichten und übersichtlich zusammenzustellen. Neuerdings hat A. Stutzer ebenfalls mittlere Zahlen für die in 1000 Teilen enthaltenen Mengen Asche usw. der frischen bezw. lufttrockenen Substanz angegeben und zwar für:

| | Asche | Kieselsäure | Kali | Kalk | Phosphorsäure |
|---|---|---|---|---|---|
| Hafer . . . . . | 63.3 | 30.0 | 15.0 | 3.8 | 1.5 |
| Winterroggen . . | 40.0 | 18.8 | 10.0 | 2.9 | 2.8 |
| Sommerroggen . | 41.5 | 25.2 | 7.5 | 4.0 | 2.0 |
| Winterweizen . . | 48.5 | 31.0 | 9.0 | 2.8 | 2.0 |
| Sommerweizen . . | 35.0 | 18.2 | 7.5 | 2.6 | 2.0 |
| Winterdinkel . . | 51.6 | 36.0 | 7.2 | 2.9 | 1.6 |
| Wintergerste . . | 48.0 | 24.0 | 12.0 | 5.0 | 1.8 |
| Sommergerste . . | 49.8 | 23.4 | 12.0 | 3.3 | 1.8 |
| Erbse . . . . . | 38.0 | 2.9 | 5.0 | 18.2 | 3.5 |
| Lupine . . . . | 40.9 | 1.2 | 17.7 | 9.7 | 2.5 |
| Raps . . . . . | 41.3 | 2.6 | 11.3 | 22.1 | 2.5 |
| Rübsen . . . . | 43.5 | 2.5 | 10.0 | 15.0 | 2.0 |

Schon aus dieser Zusammensetzung geht hervor, dass irgendwelche Beziehungen in bezug auf den Gehalt des Strohes von Winter- bezw. Sommergetreide an anorganischen Bestandteilen nicht bestehen. Das Leguminosen- sowie Cruciferenstroh erweist sich im allgemeinen durchweg als aschenärmer als das der verschiedenen Getreidestroharten. Von den einzelnen anorganischen Bestandteilen ist es dann vorwiegend die Kieselsäure, die in weitaus geringerer Menge in dem Leguminosen- und Cruciferenstroh auftritt. Dafür zeichnen sich diese Stroharten wiederum gegenüber denen des Getreides durch einen höheren Gehalt, namentlich an Kalk und dann auch an Phosphorsäure aus, zwei Eigenschaften, die sie besonders zur Verwendung als Futterstroh empfehlenswert erscheinen lassen. Ob und inwieweit die hier angestellten Betrachtungen auch für die von uns untersuchten Stroharten Gültigkeit haben, geht aus nachstehender Zusammenstellung hervor:

(Siehe die Tabelle IV auf S. 13.)

Zunächst lassen auch diese Untersuchungen nicht erkennen, dass in bezug auf Sommer- und Wintergetreide erhebliche Unterschiede im Aschengehalt im allgemeinen, sowie bezüglich Kali, Magnesia, Phosphorsäure und Kieselsäure im besonderen bestehen. Dagegen zeigen die einzelnen Stroharten untereinander in bezug auf die Phosphorsäure ganz erhebliche Unterschiede.

Wir dürften wohl nicht fehlgehen, wenn wir diese Unterschiede in erster Linie auf die mehr oder weniger starke Düngung mit leichtlöslicher Phosphorsäure zurückführen.

**Tabelle IV. Aschenanalysen der verschiedenen Stroharten aus den Jahren 1911 und 1912.**

| | Gehalt an Reinasche in der | | 100 Teile der lufttrockenen Substanz enthalten: | | | | | Bezogen auf Reinasche | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | lufttr. Substanz | Trocken-substanz | Kiesel-säure | Phosphor-säure | Kalk | Magne-sium | Kalium | Kiesel-säure | Phosphor-säure | Kalk | Magne-sium | Kalium |
| | % | % | $SiO_2$ | $P_2O_5$ | CaO | MgO | $K_2O$ | $SiO_2$ | $P_2O_5$ | CaO | MgO | $K_2O$ |
| **a) Getreidestroh 1911.** | | | | | | | | | | | | |
| Hafer | 5.89 | 6.72 | 1.03 | 2.62 | 0.69 | 0.16 | 3.39 | 17.48 | 44.48 | 11.71 | 2.71 | 57.55 |
| Wintergerste | 4.76 | 5.43 | 1.24 | 2.69 | 0.52 | 0.15 | 2.71 | 26.05 | 56.51 | 10.92 | 3.15 | 56.93 |
| Sommergerste | 4.40 | 4.97 | 2.11 | 0.25 | 0.74 | 0.15 | 2.85 | 47.95 | 5.68 | 16.81 | 3.40 | 64.77 |
| Winterweizen | 2.71 | 2.97 | 1.53 | 0.14 | 0.39 | 0.18 | 2.04 | 56.45 | 5.16 | 14.39 | 6.64 | 75.27 |
| Sommerweizen | 4.02 | 4.33 | 1.87 | 0.13 | 0.38 | 0.15 | 2.24 | 46.51 | 3.23 | 9.45 | 3.73 | 55.72 |
| Winterroggen | 3.16 | 3.54 | 1.16 | 0.35 | 0.37 | 0.12 | 1.72 | 36.70 | 11.07 | 11.70 | 3.79 | 54.43 |
| Sommerroggen | 2.65 | 2.99 | 1.02 | 0.23 | 0.50 | 0.12 | 1.12 | 38.49 | 8.54 | 18.86 | 4.52 | 42.26 |
| **b) Getreidestroh 1912.** | | | | | | | | | | | | |
| Hafer | 3.98 | 4.72 | 1.24 | 1.80 | 0.42 | 0.10 | 2.38 | 31.15 | 45.22 | 10.55 | 2.51 | 59.79 |
| Wintergerste | 4.98 | 6.07 | 1.94 | 0.38 | 0.39 | 0.14 | 1.33 | 38.95 | 7.63 | 7.83 | 2.81 | 26.70 |
| Sommergerste | 5.86 | 7.25 | 2.40 | 0.22 | 0.54 | 0.14 | 1.55 | 40.95 | 3.75 | 9.21 | 2.38 | 26.45 |
| Winterweizen | 3.56 | 4.42 | 2.01 | 0.27 | 0.73 | 0.14 | 1.04 | 56.46 | 7.58 | 20.50 | 3.93 | 29.21 |
| Winterroggen | 3.78 | 4.49 | 1.52 | 2.58 | 0.52 | 0.14 | 2.90 | 41.00 | 68.25 | 13.75 | 3.70 | 76.71 |
| Dinkel (Spelzweizen) | 6.72 | 7.31 | 5.40 | 0.13 | 0.30 | 0.08 | 1.05 | 80.35 | 1.93 | 4.46 | 1.18 | 15.62 |
| **c) Leguminosen- und Cruciferenstrohsorten 1912.** | | | | | | | | | | | | |
| Raps | 5.20 | 5.71 | 0.24 | 0.31 | 1.63 | 0.19 | 1.36 | 4.61 | 5.96 | 31.34 | 3.65 | 26.15 |
| Rübsen | 6.29 | 7.02 | 0.21 | 0.13 | 2.21 | 0.21 | 1.37 | 3.33 | 2.06 | 35.13 | 3.33 | 21.78 |
| Erbse I | 4.89 | 5.44 | 1.21 | 0.28 | 1.75 | 0.20 | 1.00 | 24.74 | 5.72 | 35.78 | 4.09 | 20.44 |
| Erbse II | 3.49 | 4.12 | 1.03 | 0.28 | 1.35 | 0.11 | 1.15 | 29.51 | 8.02 | 38.68 | 3.15 | 32.95 |
| Lupine | 2.37 | 2.60 | 0.21 | 0.12 | 0.73 | 0.14 | 1.29 | 8.86 | 5.06 | 30.80 | 5.90 | 54.43 |

Ähnlich, wenn auch nicht so scharf hervortretend, liegen die Verhältnisse beim Kali. In bezug auf Kalk und Magnesia sind die Differenzen verhältnismässig unerheblich. Dagegen treten sie besonders stark wieder bei der Kieselsäure hervor.

Bekanntlich findet sich das Silizium in der Pflanze hauptsächlich in den Organen, die keinen regen Stoffwechsel mehr unterhalten und keiner Weiterentwicklung mehr fähig sind, d. h. also in erster Linie in den älteren Blättern und Stengeln. Übrigens lassen sich auch in bezug auf diesen Aschenbestandteil irgendwelche gesetzmässigen Beziehungen zwischen Sommer- und Wintergetreide nicht erkennen.

Wir müssen es ferner dahingestellt sein lassen, ob der Kieselsäurereichtum einzelner Stroharten auf eine besonders späte Ernte oder auf andere Umstände zurückzuführen ist. Jedenfalls glauben wir aber bei dem unermesslichen Reichtum wohl eines jeden Bodens an diesem Nährstoff nicht, dass dessen jeweiliger Gehalt an Silizium irgend welchen Einfluss auf den Gehalt der Pflanzen an diesem Element auszuüben vermag. Im Vergleich mit den von uns untersuchten Getreidestrohsorten erweisen sich Lupinen- sowie Raps- und Rübsenstroh als direkt arm an Kieselsäure, während an diesem Bestandteil den genannten Stroharten gegenüber zwar das Erbsenstroh reicher ist, im allgemeinen aber doch auch nicht den verschiedenen Getreidestrohsorten gleichkommt. Dagegen zeigt sowohl das Leguminosen- als auch das Cruciferenstroh in bezug auf den Kalkgehalt ein wesentliches Übergewicht im Vergleich zu Getreidestroh. Selbstverständlich sind obige Darlegungen nicht ohne weiteres zu verallgemeinern, sondern gelten in Hinsicht auf den grossen Einfluss, den Boden und Düngung in dieser Richtung auszuüben vermögen, nur für die hier zur Untersuchung gelangten Stroharten.

Vergleichende Untersuchungen über die Zusammensetzung der Futterstrohsorten in einem abnorm trockenen und einem aussergewöhnlich nassen Jahre sind unseres Wissens nur von J. Hanamann[1]) ausgeführt worden. Hiernach waren in 1000 Teilen der wasserfreien Substanz enthalten:

| | Jahr 1893 trocken | | | Jahr 1894 nass | | | Im Mittel nach Wolff | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bezeichnung: | $P_2O_5$ | CaO | N | $P_2O_5$ | CaO | N | $P_2O_5$ | CaO | N |
| Gerstenstroh . | 1.01 | 4.96 | 7.53 | 2.18 | 4.07 | 8.36 | 2.27 | 3.86 | 7.25 |
| Weizenstroh . | 0.68 | 4.08 | 6.47 | 2.20 | 2.79 | 9.13 | 2.58 | 3.09 | 5.48 |

[1]) Journal für Landwirtschaft Bd. 43.

Nach diesen Untersuchungen hat also das nasse Jahr 1894 ein sowohl protein- als auch kalk- und phosphorsäurereiches Futterstroh geliefert. Noch deutlicher tritt dies hervor, wenn wir die in den beiden genannten Jahren pro Flächeneinheit geernteten Strohmengen in Betracht ziehen.

Diese betrugen nämlich:

| | 1893 | 1894 |
|---|---|---|
| pro Hektar an Weizenstroh . . . . . | 14.5 | 30.0 |
| „ „ „ Gerstenstroh . . . . . | 11.9 | 29.0 |

Hiernach entzog die Weizenstrohernte dem Boden in dem abnorm trockenen Jahre 1893 pro Hektar nur 0.98 kg, dagegen im Jahre 1894 6.6 kg Phosphorsäure, also fast das Siebenfache. Die Gerstenstrohernte 1893 von der gleichen Fläche 1.2 kg, dagegen 1894 6.3 kg, also das Fünffache. Entsprechend diesen Verhältnissen war auch das aus dem trockenen Jahre stammende Stroh arm an Phosphorsäure. In bezug auf unsere eigenen Untersuchungen konnten wir einen Einfluss der Witterung auf den Aschengehalt des Strohes überhaupt nicht feststellen.

Dagegen scheint es, als ob im allgemeinen das aus dem nassen Jahre 1912 stammende Stroh kieselsäurereicher gewesen ist, als das aus dem trockenen Jahre 1911.

In bezug auf Phosphorsäure, Kali, Kalk und Magnesia lassen sich jedoch bestimmte Beziehungen zu den jeweiligen klimatischen Verhältnissen nicht konstatieren. Eine andere Frage ist es freilich, ob infolge der Trockenheit des Jahres 1911 dem Boden, entsprechend dem geringeren Strohertrag, in der Gesamteinheit wesentlich geringere Mengen an Phosphorsäure, Kali, Kalk usw. entzogen worden sind oder nicht. Um dies festzustellen, hätten wir freilich die Grösse der Ernteerträge in den beiden Jahren kennen müssen. Da dies jedoch leider nicht der Fall war, bleibt die hier aufgeworfene Frage noch eine offene.

3. Untersuchungen über die Zellmembran, bezw. die Rohfaser der verschiedenen Strohsorten. Die Zellmembran aller Pflanzen besteht in der ersten Entwicklungsstufe fast nur aus reiner Zellulose. Dieselbe hat stets die gleiche chemische Zusammensetzung $(C_6H_{10}O_5)n$ und ist als Anhydrid der d-Glukose aufzufassen. Über die Grösse und den Bau des Moleküls herrscht noch ziemliche Unklarheit. Mit fortschreitender Entwicklung der Pflanze werden noch andere Stoffe in die Zellmembran eingelagert, die als Inkrusten bezeichnet werden und in sehr enger Verbindung mit der Zellulose stehen. Als hauptsächlichste Vertreter der inkrustierenden Substanzen kommen die Lignine in Betracht, die durch Einlagerung von Methyl-,

Methoxyl-, Azetyl- und Formylgruppen in dem Zellulosekomplex entstehen und somit in genetischem Zusammenhang mit der Zellulose stehen. Ferner ist ein die Zellmembran umhüllender Stoff, das neuerdings von J. König beschriebene Kutin zu nennen, ein schwer oxydierbarer Körper von wachs- und esterartiger Beschaffenheit. Als weitere Bestandteile der Zellmembran bedürfen die Hemizellulosen besonderer Erwähnung. Dieselben sind als Anhydride von Kohlenhydraten zu betrachten, z. B. der Galaktose, Mannose und besonders der Pentosen. Sie stehen in naher Beziehung zu der Zellulose bezw. den Hexosen der Zellmembran und sind deshalb als Übergangssubstanzen aufzufassen, die auf aufsteigender Entwicklungsstufe zur Zellulose stehen.

Die Pektinsubstanzen, die hauptsächlich die Mittellamelle der Zellwandungen bilden, werden ebenfalls zu den Hemizellulosen gerechnet. Daneben enthält die Pflanzenzellwandung noch Gerbstoffe, Farbstoffe, Bitterstoffe, Harze, die aromatischen Aldehyde Vanillin und Hadromal, sowie das Glykosid Koniferin, ferner Suberin und einige anorganische Bestandteile.

Bei den nachstehenden Untersuchungen über die Strohzellmembran bedienten wir uns der beiden schon oben des näheren erläuterten Rohfaser- bezw. Zellulosebestimmungsmethoden, des Weender- und des Königschen Verfahrens einerseits, sowie der Zellulosebestimmungsmethoden von J. König und von Cross und Bevan andererseits.

Die Untersuchungen nach der Weender- und der Königschen Methode lieferten folgende Werte für Rohfaser (berechnet auf Trockensubstanz):

a) der Strohsorten aus dem Jahre 1911:

| | Hafer | Wintergerste | Sommergerste | Winterweizen | Sommerweizen | Winterroggen | Sommerroggen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Weender Rohfaser . | 42.84 % | 42.06 % | 44.29 % | 46.26 % | 46.61 % | 48.59 % | 42.99 % |
| Rohfaser nach König | 36.93 „ | 36.31 „ | 37.70 „ | 38.58 „ | 37.75 „ | 39.14 „ | 35.76 „ |

b) der Strohsorten aus dem Jahre 1912:

| | Hafer | Wintergerste | Sommergerste | Winterweizen | Winterroggen | Dinkel |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Weender Rohfaser . . . . | 49.03 % | 44.55 % | 45.79 % | 47.86 % | 44.75 % | 46.93 % |
| Rohfaser nach König . . . | 41.57 „ | 37.40 „ | 36.77 „ | 39.80 „ | 36.61 „ | 39.46 „ |

c) der Leguminosen- und Cruciferen-Strohsorten aus dem Jahre 1912.

| | Raps | Rübsen | Erbse I | Erbse II | Lupine |
|---|---|---|---|---|---|
| Weender Rohfaser . . . . . | 52.86 % | 48.96 % | 47.66 % | 50.78 % | 57.57 % |
| Rohfaser nach König . . . . . | 36.80 „ | 34.98 „ | 36.29 „ | 38.74 „ | 41.27 „ |

Das zu den aus dem Jahre 1911 stammenden Stroharten gleichzeitig als Grundfutter mit verabfolgte Wiesenheu enthielt, und zwar ebenfalls in der Trockensubstanz: 35.22 % Weender Rohfaser, 28.28 % Königsche Rohfaser, 34.91 % Reinzellulose nach Cross und Bevan.

Wie aus diesen Zahlen ersichtlich ist, ergab das Königsche Verfahren in allen Fällen eine geringere Ausbeute an Rohfaser als das Weender. Wir haben nun bereits früher schon erwähnt, dass die Weender Rohfaser noch Pentosane in sich schliesst, während die nach der Königschen Methode gewonnene Rohfaser praktisch so gut wie vollständig pentosanfrei ist. Um nun zu ermitteln, ob die nach der Weender Methode erhaltenen höheren Werte durch den Gehalt an Pentosanen bezw. furfurolliefernden Stoffen bedingt sind, untersuchten wir die Rohfasern beider Verfahren von fünf Strohsorten auf ihren Pentosangehalt, wobei sich folgende Werte, auf Trocken- und aschenfreie Substanz berechnet, ergaben:

| | Hafer 1911 | Sommerweizen 1911 | Winterweizen 1911 | Rübsen 1912 | Erbse I 1912 |
|---|---|---|---|---|---|
| Weender Rohfaser . . . | 15.92 % | 17.45 % | 17.72 % | 17.67 % | 16.31 % |
| Rohfaser nach König . . | 2.09 „ | 1.87 „ | 2.32 „ | 2.95 „ | 2.77 „ |

Die Weender Rohfaser ist somit sehr reich an Pentosanen oder vielleicht richtiger gesagt an furfurolliefernden Substanzen, während die Königsche als fast frei hiervon zu bezeichnen ist. Dass die nach der Weender Methode erhaltenen höheren Ausbeuten, gegenüber denen nach König, bei den Getreidestroharten wenigstens, lediglich dem Pentosangehalt bezw. den furfurolliefernden Stoffen zuzuschreiben sind, zeigen folgende Ausführungen.

Rechnet man nämlich den prozentualen Gehalt an Pentosanen in der Rohfaser auf die in 100 Teilen des Ausgangsmaterials enthaltene Menge Rohfaser um und zieht diese Zahl von der Gesamtmenge der stickstoff- und aschefreien Rohfaser ab, so kommt man bei beiden Verfahren auf nahezu übereinstimmende Resultate, wie folgende Berechnungen zeigen:

100 Teile des wasserfreien Ausgangsmaterials enthalten aschen-, stickstoff- und pentosanfreie Rohfaser:

| | Weender Rohfaser | Rohfaser nach König |
|---|---|---|
| Hafer 1911 . . . . . | 36.02 % | 36.16 % |
| Sommerweizen 1911. . . . | 38.48 „ | 37.05 „ |
| Winterweizen 1911 . . . . | 38.05 „ | 37.69 „ |

Es würde hieraus also hervorgehen, dass das Weender als auch das Königsche Verfahren zur Bestimmung der Rohfaser für das Getreidestroh annähernd gleiche Resultate liefert, sofern

man von der ersteren die noch in ihr enthaltenen Pentosane in Abzug bringt. Anders jedoch verhalten sich scheinbar die Rohfaserwerte nach Abzug der darin enthaltenen Pentosane bei dem Stroh der Leguminosen und Cruciferen:

100 Teile des wasserfreien Ausgangsmaterials enthalten aschen-, stickstoff- und pentosanfreie Rohfaser:

| | Weender Rohfaser | Rohfaser nach König |
|---|---|---|
| Erbse I . . . . . | 39.89 % | 35.29 % |
| Rübsen . . . . . | 40.31 „ | 33.95 „ |

Hieraus würde wiederum folgen, dass die nach König erhaltenen Rohfaserausbeuten nach Abzug der Pentosane bei diesen Stroharten um 4.6 % bezw. 6.36 % niedriger liegen gegenüber denen der Weender Methode. Es ist dies, wie weitere Untersuchungen zeigen werden, in diesem Falle dadurch bedingt, dass nach der Königschen Methode Lignine, d. h. kohlenstoffreichere Anteile der Pflanzenfaser in grösserer Menge herausgelöst werden, als dies bei dem Weender Verfahren der Fall ist. Wiederum anders verhalten sich die Rohfaserwerte der beiden Verfahren bei den auf dieselbe Weise näher untersuchten Kotrohfasern. Wir untersuchten die Kotrohfasern von 6 Kotproben, die aus einem Futtergemisch von Wiesenheu und Haferbezw. Sommer- und Winterweizenstroh herrührten, auf ihren Pentosangehalt, wobei sich folgende Werte ergaben (berechnet auf Trocken- und aschenfreie Substanz):

| | | | | Weender Rohfaser | Rohfaser nach König |
|---|---|---|---|---|---|
| Periode II, | Hammel | IX, | Winterweizen 1911 . | 17.85 % | 1.23 % |
| „ „ | „ | X, | „ „ . | 17.31 „ | 1.17 „ |
| „ III, | „ | IX, | Sommerweizen 1911 | 16.54 „ | 2.86 „ |
| „ „ | „ | X, | „ „ . | 17.93 „ | 3.17 „ |
| „ IV, | „ | VII, | Hafer 1911 . . . . | 18.27 „ | 2.19 „ |
| „ „ | „ | VIII, | „ „ . . . . | 16.12 „ | 2.31 „ |

Für die aschen-, stickstoff- und pentosanfreie Rohfaser berechnen sich auf Grund dieser Zahlen, auf 100 Teile des wasserfreien Ausgangsmaterials bezogen, folgende Werte:

| | | | | Weender Rohfaser | Rohfaser nach König |
|---|---|---|---|---|---|
| Periode II, | Hammel | IX . . . | | 30.11 % | 33.92 % |
| „ „ | „ | X . . . | | 28.32 „ | 32.35 „ |
| „ III, | „ | IX . . . | | 28.23 „ | 31.23 „ |
| „ „ | „ | X . . . | | 26.47 „ | 30.82 „ |
| „ IV | „ | VII . . . | | 27.46 „ | 30.56 „ |
| „ „ | „ | VIII . . . | | 27.00 „ | 30.09 „ |

Die nach König erhaltenen Rohfaserwerte sind, wie ersichtlich, in allen Fällen höher als die nach dem Weender Verfahren gefundenen. Demnach liefern die Weender und Königschen Rohfaserbestimmungen hier nach Abzug der Pentosane durchaus nicht gleiche Werte. Der Gehalt an kohlenstoffreichen Anteilen, also Ligninen, ist, wie aus den in einem weiteren Abschnitt aufgeführten elementaranalytischen Untersuchungen hervorgeht, bestimmend für die nach den beiden Verfahren erhaltenen höheren oder niedrigeren Ausbeuten an Rohfaser.

Ähnliche vergleichende Untersuchungen sind übrigens bereits vor Jahren auch von O. Kellner[1]) ausgeführt worden. Kellner ermittelte nämlich in einer Anzahl von Rohfasern, die nach dem Weender Verfahren hergestellt worden waren, den Pentosangehalt und brachte diesen von der ursprünglichen Rohfasermenge in Abzug.

Hierbei wurden gefunden:

| | asche-, pentosan- und stickstofffreie Rohfaser: | |
|---|---|---|
| | Rohfaser nach König | Weender Rohfaser |
| Wiesenheu V . . . . . | 27.20 % | 26.90 % |
| Haferstroh II . . . . . | 33.35 „ | 33.56 „ |
| Kot, Ochse H, Periode III . . | 22.10 „ | 19.81 „ |
| „ „ J, „ III . . | 19.94 „ | 18.86 „ |
| „ „ H, „ IV. . . | 24.90 „ | 22.76 „ |
| „ „ J, „ IV. . . | 24.24 „ | 22.31 „ |
| „ „ H, „ V . . . | 23.19 „ | 21.39 „ |
| „ „ J, „ V . . . | 22.69 „ | 21.06 „ |
| „ „ H, „ VI. . . | 21.53 „ | 21.60 „ |
| „ „ J, „ VI. . . | 20.31 „ | 17.92 „ |
| „ „ H, „ VII . . | 25.70 „ | 23.76 „ |

Es haben sich also auch bei den Kellnerschen Untersuchungen ganz ähnliche Beziehungen zwischen Weender und Königscher Rohfaser ergeben, wie bei den vorliegenden.

Man wird also durchaus nicht ganz allgemein behaupten können, dass die in der Hauptsache ja so gut wie pentosanfreie Königsche Rohfaser übereinstimmende Werte mit der Weender Methode ergibt, wenn man die in letzterer enthaltenen Pentosane bestimmt und in Abzug bringt. In manchen Fällen, wie z. B. beim Getreide-

[1]) Die landw. Versuchs-Stationen Bd. 53, 1900, S. 193.

stroh mag dies der Fall sein, eine Verallgemeinerung auf Grund dieser Werte allein ist jedoch nicht statthaft, wie unsere Untersuchungen des Erbsen- und Rübsenstrohes sowie der Kotrohfasern zeigen.

Bei unseren weiteren Untersuchungen bestimmten wir noch vergleichshalber den Stickstoffgehalt der beiden Rohfasern von sechs Strohsorten.

Hierbei ergaben sich folgende Werte (berechnet auf Trockensubstanz):

| | Weender Rohfaser Stickstoff % | Rohfaser nach König Stickstoff % |
|---|---|---|
| Wintergerste 1911 . . . . | 0.23 | 0.28 |
| Raps . . . . . | 0.10 | 0.23 |
| Rübsen . . . . . | 0.20 | 0.31 |
| Erbse I . . . . . | 0.28 | 0.36 |
| „ II . . . . . | 0.33 | 0.48 |
| Lupine . . . . . | 0.21 | 0.23 |

Aus den vorstehenden Ergebnissen erhellt somit, dass das Glyzerinschwefelsäure-Verfahren von J. König tatsächlich die Pentosane so gut wie quantitativ herauslöst und dass die stickstoffhaltigen Substanzen in nahezu gleichem Mafse gelöst werden als bei der Weender Methode. Durch die Pentosanfreiheit, wie auch besonders wegen ihrer leichten Ausführbarkeit, bietet die Königsche Methode somit dem Weender Verfahren gegenüber gewisse Vorteile und verdient vielleicht, solange wenigstens keine absolut exakte Bestimmungsmethode für die Pflanzenfaser existiert, empfohlen zu werden. Allerdings kommt, wie weitere Untersuchungen zeigen werden, dieser Vorzug der Königschen Methode lediglich den in der Agrikulturchemie gebräuchlichen konventionellen Methoden gegenüber in Betracht. Dieselben haben jedoch nur für die zurzeit übliche Futtermittelanalyse und die hierdurch ermöglichte relative Begutachtung ihren mehr oder weniger grossen und beschränkten Wert, genügen jedoch nicht den Ansprüchen einer exakten Zellmembran- bezw. Zellulosebestimmungsmethode, also des Körpers, der in der Zellmembran die wichtigste Rolle spielt und zugleich auch bei der Bewertung eines Futtermittels am meisten mit in Betracht kommt.

J. König hat nun, wie schon oben erwähnt, anschliessend an das Glyzerinschwefelsäureverfahren eine Methode ausgearbeitet,

die die Trennung der in der Rohfaser in der Hauptsache enthaltenen drei Körpergruppen, nämlich der Zellulose, des Lignins und Kutins, zum Zwecke hat.

Wir haben dieses Verfahren bei sieben Strohsorten sowie Wiesenheu aus dem Jahre 1911 durchgeführt und kamen zu folgenden Ergebnissen (auf Trockensubstanz berechnet):

**Tabelle V. Gehalt der Rohfaser an Zellulose, Lignin und Kutin nach König.**

| | Rohfaser nach König % | Reinzellulose nach König % | Kutin nach König % | Lignin nach König % | In Prozenten der Rohfaser nach König: Reinzellulose | Kutin | Lignin | In Prozenten des Oxydationsrückstandes nach König: Reinzellulose | Kutin |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hafer 1911 . . . . . | 36.93 | 23.92 | 1.09 | 11.92 | 64.77 | 2.96 | 32.27 | 95.66 | 4.34 |
| Sommerroggen 1911 . | 35.76 | 26.51 | 1.05 | 8.20 | 74.16 | 2.92 | 22.92 | 96.20 | 3.80 |
| Winterroggen 1911 . . | 39.14 | 31.73 | 0.87 | 6.54 | 81.06 | 2.24 | 16.70 | 97.34 | 2.66 |
| Sommerweizen 1911. . | 37.75 | 29.69 | 0.78 | 7.28 | 78.64 | 2.08 | 19.28 | 97.45 | 2.55 |
| Winterweizen 1911 . . | 38.58 | 31.08 | 0.97 | 6.53 | 80.55 | 2.54 | 16.92 | 96 98 | 3.02 |
| Sommergerste 1911 . . | 37.70 | 28.82 | 1.02 | 7.83 | 76.44 | 2.80 | 20.76 | 96.59 | 3.41 |
| Wintergerste 1911 . . | 36.31 | 27.24 | 0.95 | 8.12 | 75.02 | 2.62 | 22.36 | 96.64 | 3.36 |
| Wiesenheu 1911 . . . . | 28.28 | 25.56 | | 2.72 | 90.38 | | 9.62 | — | — |

Zur vollständigen Oxydation des Lignins, d. h. bis zu dem Punkte, an dem die Substanz vollkommen weiss geworden war, war jeweils eine sechs- bis achtmalige Behandlung mit reinem Wasserstoffsuperoxyd (Merck) und ein Zusatz von im ganzen 15 ccm 24%igen Ammoniaks nötig; die Arbeit dehnte sich also jeweils auf acht bis zehn Tage aus. Zur Beurteilung der Reinheit der hierbei erhaltenen Rohfasern und Oxydationsrückstände erschien uns die Zuhilfenahme der elementaranalytischen Untersuchung durchaus erforderlich. Die durch dieselbe ermittelten Zahlen sind in Tabelle VI a und b S. 30 und 31 aufgeführt.

Aus der Elementaranalyse des Oxydationsrückstandes der mit Wasserstoffsuperoxyd und Ammoniak behandelten Königschen Rohfaser wurde unter Berücksichtigung der oxydierten Menge die Zusammensetzung des oxydierbaren Anteiles, des Lignins, auf indirekte Weise berechnet. Die Königsche Rohfaser des Sommerroggenstrohs 1911 ergab z. B. 77.06% Oxydationsrückstand mit 45.74% Kohlenstoff; 77.06% Oxydationsrückstand enthalten demnach:

$$\frac{77.06 \times 45.73}{100} = 35.24\,\%\text{ Kohlenstoff.}$$

Die zugehörige Rohfaser besitzt einen Kohlenstoffgehalt von 48.11 %, also berechnet sich für den oxydierten Anteil von

$$100 - 77.06 = 22.94$$
$$48.11 - 35.24 = 12.87\,\%\text{ Kohlenstoff}$$
$$\text{oder in Prozenten } \frac{12.87 \times 100}{22.94} = 56.10\,\%\text{ Kohlenstoff.}$$

In derselben Weise wurde der Kohlenstoffgehalt des nicht oxydierbaren und in Kupferoxydammoniak unlöslichen Anteiles der Rohfaser, des Kutins, berechnet, indem stets für den gelösten Anteil die Zusammensetzung der reinen Zellulose (44.44 % Kohlenstoff) angenommen wurde; z. B. der Oxydationsrückstand der Rohfaser des Sommerroggenstrohs 1911 ergab 96.20 % Zellulose mit dem angenommenen Wert von 44.44 % Kohlenstoff. 96.20 % Zellulose enthalten demnach:

$$\frac{96.20 \times 44.44}{100} = 42.75\,\%\text{ Kohlenstoff.}$$

Der zugehörige Oxydationsrückstand besitzt einen Kohlenstoffgehalt von 45.74 %, also berechnet sich für den in Kupferoxydammoniak unlöslichen Anteil des Oxydationsrückstandes, das Kutin,

$$100 - 96.20 = 3.80$$
$$45.74 - 42.75 = 2.99\,\%\text{ Kohlenstoff}$$
$$\text{oder in Prozenten } \frac{2.99 \times 100}{3.8} = 78.68\,\%\text{ Kohlenstoff.}$$

Für alle sieben Stroharten ergaben sich folgende Zahlen:

| Sommer-roggen | Winter-roggen | Sommer-weizen | Winter-weizen | Sommer-gerste | Winter-gerste | Hafer |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Oxydationsrückstand in Prozenten der Rohfaser: | | | | | | |
| 77.06 | 83.29 | 80.71 | 83.07 | 79.15 | 77.63 | 67.72 |
| Kohlenstoff in Prozenten: | | | | | | |
| 45.74 | 46.12 | 46.20 | 46.69 | 45.07 | 45.53 | 46.44 |
| Wasserstoff in Prozenten: | | | | | | |
| 6.68 | 6.82 | 6.15 | 6.71 | 6.43 | 6.51 | 5.70 |
| Kutin in Prozenten der Rohzellulose (Zellulose + Kutin): | | | | | | |
| 3.80 | 2.66 | 2.55 | 3.02 | 3.41 | 3.36 | 4.34 |
| Kohlenstoffgehalt der oxydierten Substanz, des Lignins, in Prozenten: | | | | | | |
| 56.10 | 55.71 | 57.23 | 52.92 | 55.34 | 55.56 | 51.61 |
| Kohlenstoffgehalt der nicht oxydierten und in Kupferoxydammoniak unlöslichen Substanz, des Kutins, in Prozenten: | | | | | | |
| 78.68 | 107.89 | 113.72 | 119.20 | 63.04 | 77.08 | 90.55 |

Der Kohlenstoffgehalt der oxydierten Substanz, des Lignins, beträgt im Mittel der sieben Untersuchungsresultate 54.92 %. Dieser Befund stimmt mit den in der Literatur angegebenen Kohlenstoffzahlen für Lignin überein, welche meist zwischen 50—60 % angegeben werden. Auch J. König und seine Mitarbeiter gelangten zu ähnlichen Resultaten.

Dagegen ergibt die Zugrundelegung der Kohlenstoffzahl 44.44 % für die nach dem Königschen Verfahren dargestellte Zellulose bei der Berechnung des Kohlenstoffgehaltes des Kutins teilweise falsche, teilweise unwahrscheinliche und nur in drei Fällen annehmbare Zahlen. Wir berechneten deshalb zum Vergleich unter Zugrundelegung der Kohlenstoffzahl 75 % für das Kutin, von letzterem ausgehend, die Kohlenstoffzahlen für die in den Oxydationsrückständen enthaltene Zellulose, d. h. die in Kupferoxydammoniak lösliche Substanz. Der Oxydationsrückstand des Sommerroggenstrohs z. B. enthält 3.80 % Kutin mit dem der Berechnung zugrunde gelegten Kohlenstoffgehalt von 75 %.

3.8 % enthalten demnach:

$$\frac{3.80 \times 75}{100} = 2.85\ \%\ \text{Kohlenstoff.}$$

Der zugehörige Oxydationsrückstand besitzt einen Kohlenstoffgehalt von 45.74 %, also berechnet sich für die in dem Oxydationsrückstand enthaltene Zellulose:

$$100 - 3.80 = 96.20$$
$$45.74 - 2.85 = 42.89\ \%\ \text{Kohlenstoff}$$

oder in Prozenten $\frac{42.89 \times 100}{96.20} = 44.58\ \%$ Kohlenstoff.

Für die sieben Stroharten ergibt sich demnach folgender Kohlenstoffgehalt der nicht oxydierten und in Kupferoxydammoniak löslichen Substanz, der sog. Reinzellulose nach König

Kohlenstoff in Prozenten

| Sommerroggen | Winterroggen | Sommerweizen | Winterweizen | Sommergerste | Wintergerste | Hafer |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 44.58 | 45.33 | 45.44 | 45.81 | 44.02 | 44.51 | 45.14 |

Die in den Oxydationsrückständen enthaltene Zellulose hätte somit, bei Annahme, dass das darin gleichzeitig enthaltene Kutin einen Kohlenstoffgehalt von 75 % (Maximum) aufweisen würde, einen Kohlenstoffgehalt von 44.97 % im Mittel der sieben

Untersuchungen, ein Gehalt, der also ein wenig höher liegt als der der reinen Zellulose aber durchaus annehmbar erscheint. Bei Annahme des Mittels von 70 % Kohlenstoff aber für das Kutin würden sich dementsprechend auch die Kohlenstoffwerte für die Zellulose vergrössern. Es ist somit aus obigen Ergebnissen der Schluss zu ziehen, dass die Oxydationsmethode mit Wasserstoffsuperoxyd nicht genügt, um die kohlenstoffreicheren Kerne vollkommen zu zerlegen und auszuschalten und dass somit der Rückstand noch farblose Lignine einschliesst. Nun liegt aber der Fehler des Verfahrens unseres Erachtens vor allen Dingen in der Verwendung der Rohfaser als Ausgangsmaterial zur quantitativen Bestimmung des Zellulosegehaltes der ursprünglichen Substanz. Denn wie schon oben erwähnt, haben Versuche verschiedener Forscher ergeben, dass alle auf Hydrolyse beruhenden Verfahren, also auch die Glyzerinschwefelsäurebehandlung, die Zellulose stark angreifen, ja weitgehendst zersetzen. Dieser Umstand lässt das Königsche Verfahren, das ausserdem mit langwierigen Arbeiten verknüpft ist, für eine exakte Zellulosebestimmung, wie sie von J. König tatsächlich beabsichtigt ist, nicht als geeignet erscheinen. Denn selbst für den Fall, dass das Königsche Verfahren eine reine Zellulose von einem Kohlenstoffgehalt von 44.44 % und einem Wasserstoffgehalt von 6.17 % zu liefern imstande wäre, so stellt es doch immer noch keine absolut genaue Methode für quantitative Zwecke dar. Die im Jahre 1909 in London eingesetzte wissenschaftliche Kommission, der die Aufgabe oblag, die zur Darstellung von Reinzellulose gebräuchlichen Verfahren nachzuprüfen und zu entscheiden, welches das beste sei, hat denn auch im Jahre 1912 anlässlich des internationalen Kongresses für angewandte Chemie in New-York bezüglich des Königschen Verfahrens folgenden Bericht erstattet:[1])

„J. König und F. Hühn haben zur Bestimmung von Zellulose Rohfasermethoden mit nachfolgender besonderer Behandlung zwecks Abscheidung von Lignonrückständen empfohlen, dagegen Zellulosebestimmungsmethoden verworfen, insbesondere die ziemlich allgemein angenommenen mittels Chlorierung (Cross und Bevan) und Bromierung (H. Müller), da sie angeblich heterogene Mischungen von wahrer Zellulose, Pentosanen, Furfuroiden und Halbhexosanen liefern. Die Vortragenden haben diese Mitteilungen, die dem Gutachten der Unterkommission für Analysen auf dem 7. internationalen Kongress für angewandte Chemie widersprechen, einer kritischen Prüfung unterzogen und gefunden, dass die mit der König-Hühn-, wie auch der

[1]) Chem. Zeitung 1912, 125, S. 1222.

Tollens-Dmochowskischen Rohfasermethode erhaltenen Rückstände vorgeschrittene Zersetzungsprodukte darstellen, die nicht als Zellulose betrachtet werden können, woraus sich verschiedene Irrtümer der Vertreter dieser Methode ergeben, so vor allem der Fehler, das chlorierende Verfahren als einen Oxydationsprozess anzusehen. Das König-Hühnsche Verfahren erfordert ausserdem langwierige Arbeiten, die mit den Bedürfnissen technischer Prüfungen in keinem Verhältnis stehen. Vom praktischen, wie vom wissenschaftlichen Standpunkt aus sind daher die Angriffe gegen die Zellulosemethoden (Cross und Bevan, sowie H. Müller) unhaltbar."

Diese Kritik, wie auch unsere eigenen bereits gemachten Erfahrungen veranlassten uns, wie schon erwähnt, zu unseren Untersuchungen auch die Cross und Bevansche Zellulosemethode heranzuziehen.

Wir arbeiteten hierbei genau nach deren Vorschrift. Die von Renker[1]) angegebene Modifizierung der Unterlassung des einleitenden $^1/_2$stündigen Kochens des Ausgangsmaterials mit 1 prozentiger Natronlauge schien uns nicht ratsam, zumal die Zellulose nach Angabe verschiedener Autoren durch verdünnte Natronlauge kaum angegriffen wird, ausserdem aber durch diese vorbereitende Massnahme die Faser aufquillt und Teile des Lignins, sowie das Kutin gelöst werden, so dass die Faser gleichzeitig der Einwirkung des Chlorgases zugänglicher gemacht wird. Das vorbereitende Verfahren von H. Müller, d. h. Extraktion der wasserlöslichen Substanzen mit siedendem Wasser, alsdann der Fette, Wachse und Harze mit einem Gemisch von Alkohol und Benzol, kam hierdurch in Wegfall, indem die Substanz nach der Behandlung mit 1 prozentiger Natronlauge, mit heissem Wasser und hierauf mit heissem Alkohol und Äther ausgewaschen wurde. Bei der Chlorierung der Substanz legten wir zur Reinigung des Chlorgases mehrere Waschflaschen vor, um etwa mitgerissenes Salzsäuregas auszuschalten, das bekanntlich die Zellulose stark angreift. Bei allen Bestimmungen nahmen wir die Chlorierung unter Kühlung der Substanz, die sich in feuchtem Zustande in einem Rundkölbchen mit doppelt durchbohrtem Gummistopfen zur Ein- und Ableitung des Chlorgases befand, vor. Die Zeitdauer der Einwirkung des Chlorgases betrug jeweils genau 45 Minuten, wobei die Substanz entsprechend dem Gehalt an Lignin eine mehr oder weniger gelbe bis orangerote Färbung annahm, die beim Zugeben von Natriumsulfitlösung in ein prächtiges Himbeerrot umschlug.

[1]) Über Bestimmungsmethoden der Zellulose. Verlag von Gebr. Borntträger, Berlin 1910.

Beim Erwärmen mit der vorgeschriebenen Menge des zuzusetzenden Natriumhydroxydes färbte sich die Lösung alsdann braunrot.

Die nach diesem Verfahren erhaltenen Werte für Zellulose sind, auf Trockensubstanz berechnet, folgende:

a) Strohsorten aus dem Jahre 1911:

| Hafer | Wintergerste | Sommergerste | Winterweizen | Sommerweizen | Winterroggen | Sommerroggen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zellulose nach Cross und Bevan: | | | | | | |
| 48.94 % | 47.89 % | 52.88 % | 51.78 % | 52.76 % | 52.37 % | 50.62 % |

b) Strohsorten aus dem Jahre 1912:

| Hafer | Wintergerste | Sommergerste | Winterweizen | Winterroggen | Dinkel |
|---|---|---|---|---|---|
| Zellulose nach Cross und Bevan: | | | | | |
| 52.94 % | 46.08 % | 47.70 % | 49.34 % | 49.51 % | 49.52 % |

c) Leguminosen- und Cruciferen-Strohsorten aus dem Jahre 1912:

| Raps | Rübsen | Erbse I | Erbse II | Lupine |
|---|---|---|---|---|
| Zellulose nach Cross und Bevan: | | | | |
| 46.54 % | 44.54 % | 43.03 % | 43.33 % | 49.24 % |

Die gereinigten Zellulosepräparate waren in allen Fällen blendend weiss. Wie bei den anderen Verfahren, nahmen wir auch hier zur Beurteilung der Reinheit der erhaltenen Zellulosesubstanzen elementaranalytische Untersuchungen vor.

Die hierbei erhaltenen Resultate, die in Tabelle VI a und b S. 30 und 31 aufgeführt sind, zeigen in eklatanter Weise die Vorzüge des Cross und Bevanschen Verfahrens. Die für Kohlenstoff gefundenen Werte liegen in allen Fällen zwischen 44 und 45 %.

Dass die für Wasserstoff ermittelten Werte fast durchweg höher liegen, als die theoretischen, ist auch von anderer Seite beobachtet worden, so von König, Girard, Büttner, Neumann, Nastjukoff, Rosenstiehl und Nölting,[1]) und lässt eine durch Einwirkung der verschiedenen Reagenzien eingetretene Hydratation der Zellulose möglich erscheinen. Andererseits könnten die Wasserstoffzahlen darauf hinweisen, dass es sich hier nicht um einheitliche Körper handelt, ein Umstand, der jedoch nicht dazu berechtigt, die Vorzüge des Cross und Bevanschen Verfahrens den anderen Methoden gegenüber in Frage zu stellen.

[1]) Schwalbe, Chemie der Zellulose, S. 220 und 226—228.

Der Ansicht Renkers, welcher eingehende vergleichende Versuche bezüglich der Maximalausbeute über die verschiedenen Zellulosebestimmungsmethoden vorgenommen hat, dass nämlich die Höhe der Ausbeute für die Güte des Cross und Bevanschen Verfahrens spreche, müssen wir beipflichten und wir möchten dem noch hinzufügen, dass, solange noch solche Unklarheit über die Konstitution der Zellulose, Hemizellulosen und Lignine besteht und die Natur derselben keine genauere Charakterisierung erfahren hat, an eine exakte quantitative Trennung der einzelnen Körpergruppen wohl nicht gedacht werden kann.

Renker erhielt bei seinen vergleichenden Untersuchungen unter anderem folgende Zelluloseausbeuten:

| Verfahren: | Sulfitzellstoff | Jute | Holz | Baumwolle |
|---|---|---|---|---|
| Glyzerinschwefelsäure nach König | 74.15 % | — | — | — |
| Chlorgas nach Cross und Bevan | 97.9 „ | 84.5 % | 60.55 % | 97.85 % |
| Bromwasser nach H. Müller | 98.1 „ | 83.3 „ | 57.95 „ | 97.1 „ |
| Dasselbe modif. nach Klason | 96.6 „ | 80.8 „ | 51.85 „ | 95.45 „ |
| Salpetersäure und Kaliumchlorat nach Schulze-Henneberg | 98.05 „ | 79.2 „ | 58.1 „ | 96.95 „ |
| Salzsäure und Kaliumchlorat nach Hoffmeister | 98.25 „ | 82.5 „ | 57.15 „ | 96.15 „ |
| Salpetersäure nach Cross und Bevan | 97.65 „ | 79.75 „ | 53.6 „ | 96.35 „ |
| Kaliumpermanganat und Essigsäure | 98.25 „ | 83.6 „ | — | 97.6 „ |

Aus diesen, wie auch unseren Untersuchungen geht die Überlegenheit des Cross und Bevanschen Verfahrens in bezug auf die Ausbeuten den anderen Methoden, besonders der Königschen gegenüber deutlich hervor.

Die Berechtigung, das Cross und Bevansche Verfahren ein chemisch exaktes zu nennen, ist insofern vorhanden, als dasselbe einen genau studierten chemischen Vorgang darstellt und damit den ersten systematischen Schritt bedeutet, der ein Haupterfordernis, nämlich die Ausschaltung wenigstens einer Körpergruppe, der Lignine, ermöglicht, was auch aus unseren elementaranalytischen Untersuchungen zur Genüge hervorgehen dürfte. Bereits im Jahre 1909 anlässlich des internationalen Kongresses für angewandte Chemie in London ist dieses Verfahren für das geeignetste erachtet worden.

Im Jahre 1910 haben Tollens und Dmochowski ebenfalls ein Zellulosebestimmungsverfahren veröffentlicht, das von der Weender Rohfaser ausgeht und aus diesem Grunde ebenso wie das Königsche zu verwerfen ist, weshalb wir auch eine nähere Untersuchung dieses Verfahrens unterliesen.

Neuerdings haben dann Tollens und Rao[1]) die Resultate vergleichender Untersuchungen über die drei Zellulosebestimmungsverfahren von Cross und Bevan, König, sowie Tollens und Dmochowski veröffentlicht. Es geht aus diesen hervor, dass beim Vergleich der nach den drei Methoden aus den verschiedensten Materialien erhaltenen Zelluloseprozente in allen Fällen, mit einer einzigen Ausnahme, die Cross und Bevansche Methode die grössten Zahlen geliefert hat, was ja auch unsere Untersuchungen ergeben haben.

Vergleichen wir nun noch die bei unseren Untersuchungen nach dem Cross und Bevanschen Verfahren für Zellulose ermittelten Zahlen mit denen nach dem Oxydationsverfahren von J. König für Reinzellulose gefundenen, so ergibt sich, wie ja schon nach obigen Ausführungen vorauszusehen war, ein ganz erheblicher Unterschied. Die in folgendem aufgeführten Zahlen beziehen sich auf Trockensubstanz.

| | Zellulose nach Cross und Bevan | Reinzellulose nach König | Nach König weniger (—) oder mehr (+) |
|---|---|---|---|
| Hafer 1911 . . . . . | 48.94 % | 23.92 % | — 25.02 % |
| Wintergerste 1911 . . . | 47.89 „ | 27.24 „ | — 20.65 „ |
| Sommergerste 1911 . . . | 52.88 „ | 28.82 „ | — 24.06 „ |
| Winterweizen 1911 . . . | 51.78 „ | 31.08 „ | — 20.70 „ |
| Sommerweizen 1911 . . . | 52.76 „ | 29.69 „ | — 23.02 „ |
| Winterroggen 1911 . . . | 52.37 „ | 31.73 „ | — 20.64 „ |
| Sommerroggen 1911 . . . | 50.62 „ | 26.51 „ | — 24.11 „ |

Die Zelluloseausbeute nach dem Cross und Bevanschen Verfahren ist, wie daraus erhellt, in allen Fällen nahezu doppelt so gross, als nach dem Königschen. Um nun zu ermitteln, ob die Differenz lediglich durch das Fehlen der furfurolliefernden Stoffe in der Königschen Reinzellulose bedingt sei, bestimmten wir dieselben in der nach Cross und Bevan dargestellten Zellulose von sechs Strohsorten. Hierbei ergaben sich folgende Werte (bezogen auf Trocken- und aschenfreie Substanz):

| | Pentosane |
|---|---|
| Sommerroggen 1911 . . . . . | 30.42 % |
| Sommerweizen 1911. . . . . | 33.23 „ |
| Winterweizen 1911 . . . . . | 31.06 „ |
| Hafer 1911 . . . . . | 30.25 „ |
| Rübsen 1912 . . . . . | 27.99 „ |
| Erbse I 1912 . . . . . | 27.20 „ |

Berechnen wir diesen Gehalt an Pentosanen auf die in 100 Teilen des Ausgangsmaterials enthaltene Menge Cross und Bevanscher Zellulose und ziehen die erhaltene Zahl von der

[1]) Journal für Landwirtschaft Bd. 61, Heft III, S. 237.

prozentualen Zellulosemenge ab, so entsprechen die erhaltenen Zahlen ungefähr der Ausbeute an Königscher Rohfaser, nicht aber an Königscher Reinzellulose, deren Zahl auch dann noch 8—11 % niedriger liegt, wie folgende Gegenüberstellungen zeigen (auf Trockensubstanz berechnet).

In Prozenten des Ausgangsmaterials:

| | Zellulose nach Cross und Bevan | Pentosanfreie Zellulose nach Cross u. Bevan | Rohfaser n. König | Reinzellulose nach König |
|---|---|---|---|---|
| Sommerroggen 1911 | 50.62 % | 35.23 % | 35.76 % | 26.51 % |
| Sommerweizen 1911 | 52.76 „ | 35.23 „ | 37.75 „ | 29.69 „ |
| Winterweizen 1911 | 51.78 „ | 35.70 „ | 38.58 „ | 31.08 „ |
| Hafer 1911 . . . | 48.94 „ | 34.14 „ | 36.93 „ | 23.92 „ |

Es kommt nun aber hinzu, dass eine Berechtigung zur Umrechnung der Furfurolzahl auf Pentosane nicht vorhanden ist, wenigstens nicht in ihrer Gesamtmenge, da, wie Cross und Bevan, Vignon, sowie Tollens nachgewiesen haben, die Oxyzellulose, als welche die Zellulose des Strohes zu betrachten ist, als solche schon beim Destillieren mit Salzsäure Furfurol liefert, weshalb die oben bestimmten Furfurolmengen nicht nur von Pentosanen, sondern auch von Oxyzellulosen herrühren können und somit nicht ohne weiteres auf Pentosane umgerechnet werden dürfen, wenigstens so lange nicht, als nicht der Beweis erbracht worden ist, dass es sich hier wirklich um Pentosane und nicht um furfurolliefernde Substanzen überhaupt handelt. Auf Grund dessen kommen wir also zu dem Schlusse, dass nach dem Königschen Zellulosebestimmungsverfahren nicht die richtigen Werte für Zellulose gefunden werden können. Für vergleichende Zwecke ist demselben ein gewisser begrenzter Wert nicht abzusprechen, da tatsächlich System in den Zahlen liegt, jedoch ist dasselbe für Zwecke, die eine Maximalausbeute nötig erscheinen lassen, unseres Erachtens nicht geeignet.

Weiterhin erschien es uns dann von Interesse, vergleichende elementaranalytische Untersuchungen der Weender und Königschen Rohfaser der verschiedenen Strohsorten, sowie der aus den entsprechenden Fütterungsversuchen herrührenden Kotrohfaser vorzunehmen. Zugleich untersuchten wir auch von den sieben Strohsorten aus dem Jahre 1911 das Ausgangsmaterial elementaranalytisch. Die hierbei ermittelten Zahlen sind in den Tabellen VIa und b, sowie VIIa und b, S. 30 bis 33, aufgeführt.

**Tabelle VIa. Elementarzusammensetzung des Ausgangsmaterials, der Rohfasern, der Oxydationsrückstände und der Zellulose.**

a) In Prozenten der wasser- und aschenhaltigen Substanzen.

| Art der Substanz | Ausgangsmaterial | | | | Rohfaser nach Weender | | | | Rohfaser nach König | | | | Rohzellulose nach König | | | | Zellulose nach Cross u. Bevan | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wasser | Asche | H | C | Wasser | Asche | H | C | Wasser | Asche | H | C | Wasser | Asche | H | C | Wasser | Asche | H | C |
| Sommerroggenstr. 1911 | 11.54 | 3.00 | 6.63 | 42.68 | 1.71 | 0.50 | 6.83 | 44.19 | 8.15 | 2.60 | 6.60 | 42.95 | 8.12 | 2.60 | 6.88 | 40.84 | 1.69 | — | 6.63 | 43.50 |
| Winterroggenstr. 1911 | 10.83 | 3 54 | 6.77 | 43.43 | 1.47 | 0.30 | 7.13 | 44.33 | 8.01 | 3.20 | 6.35 | 42.43 | 7.80 | 3.40 | 6.93 | 40.96 | 1.74 | — | 6.57 | 43.44 |
| Sommerweizenstr. 1911 | 7.25 | 4.33 | 6.58 | 44.75 | 0.35 | 0.50 | 7.07 | 44.74 | 9.26 | 4.00 | 6.78 | 41.92 | 9.16 | 2.80 | 6.44 | 40.67 | 1.40 | — | 6.35 | 43.77 |
| Winterweizenstr. 1911 | 8.78 | 2.97 | 6.88 | 43.37 | 0.56 | 0.70 | 6.50 | 46.17 | 8.91 | 2.80 | 6.82 | 42.15 | 8.75 | 1.90 | 6.98 | 41.71 | 1.38 | — | 6.55 | 43.96 |
| Sommergerstenstr. 1911 | 11.47 | 4.97 | 6.30 | 43.26 | 0.81 | 0.50 | 7.00 | 45.95 | 8.12 | 4.30 | 7.06 | 41.35 | 8.43 | 2.80 | 6.65 | 40.01 | 1.21 | — | 6.64 | 43.98 |
| Wintergerstenstr. 1911 | 12.41 | 5.43 | 6.67 | 41.08 | 0.55 | 0.70 | 7.07 | 46.82 | 8.16 | 2.90 | 7.30 | 42.49 | 7.96 | 2.90 | 6.70 | 40.61 | 0.65 | — | 6.35 | 44.13 |
| Haferstroh 1911 . . . | 12.41 | 6.72 | 6.69 | 40.75 | 0.88 | 0.30 | 6.66 | 45.19 | 12.25 | 2.40 | 6.98 | 41.06 | 12.25 | 4.70 | 6.11 | 38.57 | 0.60 | — | 6.60 | 44.33 |
| Haferstroh 1912 . . . | — | — | — | — | 7.06 | 2.30 | 6.55 | 41.93 | 7.32 | 1.20 | 6.39 | 44.42 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Wintergerstenstr. 1912 | — | — | — | — | 7.43 | 0.70 | 7.18 | 42.98 | 6.91 | 4.60 | 6.63 | 42.10 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Sommergerstenstr. 1912 | — | — | — | — | 6.48 | 1.60 | 6.87 | 43.43 | 2.33 | 6.42 | 6.54 | 43.53 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Winterweizenstr. 1912 | — | — | — | — | 8.47 | 0.80 | 6.81 | 41.38 | 5.91 | 4.67 | 6.59 | 41.72 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Winterroggenstr. 1912 | — | — | — | — | 8.51 | 0.90 | 6.95 | 42.28 | 7.15 | 5.12 | 6.73 | 41.41 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Dinkelstroh 1912 (Spelzweizenstroh) . . . | — | — | — | — | 7.69 | 0.60 | 7.44 | 42.60 | 6.15 | 10.90 | 7.30 | 38.94 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Rapsstroh 1912 . . . | — | — | — | — | 7.94 | 1.20 | 7.01 | 42.65 | 6.18 | 0.50 | 7.30 | 43.61 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Rübsenstroh 1912 . . | — | — | — | — | 6.40 | 0.40 | 7.01 | 43.43 | 6.38 | 1.20 | 7.28 | 43.13 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Erbsenstroh I 1912. . | — | — | — | — | 6.71 | 1.90 | 6.88 | 43.82 | 6.49 | 0.20 | 7.01 | 43.52 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Erbsenstroh II 1912 . | — | — | — | — | 8.53 | 0.90 | 7.24 | 43.47 | 6.69 | 0.40 | 7.42 | 43.21 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Lupinenstroh 1912 . . | — | — | — | — | 7.31 | 1.40 | 7.50 | 43.81 | 6.93 | 1.10 | 7.34 | 42.30 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Wiesenheu 1911 . . . | 13.64 | 7.77 | 7.29 | 40.46 | 0.88 | 1.50 | 7.40 | 44.79 | 1.10 | 6.70 | 6.37 | 42.98 | — | — | — | — | 0.98 | 0.80 | 6.98 | 43.64 |

**Tabelle VI b.**

b) In Prozenten der wasser- und aschenfreien Substanzen.

| Art der Substanz | Ausgangsmaterial | | Rohfaser nach Weender | | Rohfaser nach König | | Rohzellulose nach König | | Zellulose nach Cross u. Bevan | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | H | C | H | C | H | C | H | C | H | C |
| Sommerroggenstroh 1911 | 6.24 | 49.84 | 6.78 | 45.19 | 6.37 | 48.11 | 6.68 | 45.74 | 6.56 | 44.24 |
| Winterroggenstroh 1911 | 6.49 | 50.71 | 6.27 | 45.13 | 6.02 | 47.72 | 6.82 | 46.12 | 6.49 | 44.21 |
| Sommerweizenstroh 1911 | 6.52 | 50.61 | 6.73 | 45.12 | 6.62 | 48.32 | 6.15 | 46.20 | 6.28 | 44.39 |
| Winterweizenstroh 1911 | 6.68 | 49.14 | 6.52 | 46.76 | 6.60 | 47.73 | 6.71 | 46.69 | 6.49 | 44.57 |
| Sommergerstenstroh 1911 | 6.00 | 51.77 | 6.99 | 46.56 | 7.04 | 47.21 | 6.43 | 45.07 | 6.59 | 44.50 |
| Wintergerstenstroh 1911 | 6.42 | 49.95 | 7.09 | 47.46 | 7.18 | 47.77 | 6.51 | 45.53 | 6.32 | 44.42 |
| Haferstroh 1911 | 6.55 | 50.38 | 6.64 | 45.72 | 6.57 | 48.10 | 5.70 | 46.44 | 6.57 | 44.50 |
| Haferstroh 1912 | — | — | 6.43 | 46.25 | 6.16 | 48.56 | — | — | — | — |
| Wintergerstenstroh 1912 | — | — | 6.98 | 46.78 | 6.72 | 47.56 | — | — | — | — |
| Sommergerstenstroh 1912 | — | — | 6.75 | 47.25 | 6.90 | 47.69 | — | — | — | — |
| Winterweizenstroh 1912 | — | — | 6.56 | 45.60 | 6.70 | 46.64 | — | — | — | — |
| Winterroggenstroh 1912 | — | — | 6.72 | 46.66 | 6.87 | 47.20 | — | — | — | — |
| Dinkelstroh 1912 (Spelzweizenstroh) | — | — | 7.17 | 46.44 | 7.98 | 46.94 | — | — | — | — |
| Rapsstroh 1912 | — | — | 6.74 | 46.93 | 6.92 | 46.73 | — | — | — | — |
| Rübsenstroh 1912 | — | — | 6.75 | 46.59 | 7.10 | 46.66 | — | — | — | — |
| Erbsenstroh I 1912 | — | — | 6.70 | 47.95 | 6.73 | 46.64 | — | — | — | — |
| Erbsenstroh II 1912 | — | — | 6.94 | 47.99 | 7.19 | 46.50 | — | — | — | — |
| Lupinenstroh 1912 | — | — | 7.32 | 47.99 | 7.74 | 45.95 | — | — | — | — |
| Wiesenheu 1911 | 7.34 | 52.14 | 7.48 | 45.88 | 6.77 | 46.61 | — | — | 6.91 | 44.43 |

**Tabelle VII a. Elementarzusammensetzung der Kot-Rohfasern und Zellulosen.**

a) In Prozenten der wasser- und aschenhaltigen Substanzen.

| Kot von | Weender Rohfaser | | | | Königsche Rohfaser | | | | Zellulose nach Cross u. Bevan | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wasser | Asche | H | C | Wasser | Asche | H | C | Wasser | Asche | H | C |
| Periode I, Hammel IX, Grundfutter . . . . | 1.11 | 8.00 | 6.65 | 44.41 | 1.01 | 15.50 | 5.72 | 44.42 | 0.98 | 0.64 | 6.40 | 43.68 |
| „ I, „ X, „ . . . . | 0.83 | 8.65 | 6.32 | 44.46 | 1.34 | 16.70 | 6.00 | 44.15 | 1.13 | 2.32 | 6.51 | 42.70 |
| „ II, „ IX, Winterweizenstroh . | 1.90 | 4.30 | 6.80 | 43.84 | 1.11 | 8.55 | 6.15 | 44.19 | 0.55 | 2.76 | 6.50 | 43.02 |
| „ II, „ X, „ . | 1.66 | 3.80 | 6.85 | 43.94 | 0.72 | 10.00 | 6.15 | 44.25 | 0.77 | 2.82 | 6.60 | 42.99 |
| „ III, „ IX, Sommerweizenstroh . | 3.18 | 4.00 | 6.78 | 42.98 | 1.56 | 10.25 | 6.06 | 43.42 | 0.59 | 2.72 | 6.52 | 43.03 |
| „ III, „ X, „ . | 1.57 | 2.30 | 6.54 | 44.55 | 1.27 | 10.60 | 6.15 | 43.54 | 0.85 | 2.96 | 6.59 | 42.89 |
| „ IV, „ VII, Haferstroh . . . . | 3.70 | 3.19 | 6.62 | 44.47 | 4.46 | 8.30 | 6.80 | 43.84 | 9.46 | 2.90 | 6.88 | 39.18 |
| „ IV, „ VIII, „ . . . . | 4.02 | 3.91 | 6.61 | 44.54 | 8.25 | 6.44 | 6.72 | 43.43 | 9.48 | 1.90 | 7.10 | 40.24 |
| „ V, „ VII, Winterroggenstroh . . | 5.31 | 3.20 | 6.88 | 45.11 | 6.98 | 11.50 | 6.71 | 41.34 | 8.49 | 1.80 | 7.16 | 39.74 |
| „ V, „ VIII, „ . . | 2.91 | 4.40 | 6.93 | 45.42 | 10.63 | 8.45 | 6.75 | 41.60 | 7.80 | 3.10 | 6.84 | 39.89 |
| „ VI, „ VII, Sommerroggenstroh . | 5.56 | 4.30 | 6.80 | 42.77 | 5.92 | 7.42 | 6.80 | 43.57 | 9.95 | 1.90 | 7.03 | 40.25 |
| „ VI, „ VIII, „ . | 5.31 | 4.50 | 7.00 | 43.24 | 6.30 | 8.12 | 6.85 | 43.79 | 9.45 | 4.10 | 6.69 | 38.66 |
| „ VII, „ VII, Grundfutter . . . . | 7.11 | 9.20 | 6.32 | 42.68 | 2.86 | 14.60 | 5.63 | 45.57 | 9.71 | 3.40 | 6.94 | 40.00 |
| „ VII, „ VIII, „ . . . . | 5.57 | 9.20 | 6.35 | 43.13 | 6.73 | 15.25 | 5.50 | 42.49 | 8.82 | 4.80 | 6.88 | 39.45 |
| „ VIII, „ VII, Wintergerstenstroh . | 8.29 | 4.95 | 6.58 | 41.98 | 6.73 | 11.60 | 6.53 | 43.54 | 9.84 | 3.90 | 6.90 | 39.79 |
| „ VIII, „ VIII, „ . | 7.57 | 5.40 | 6.76 | 41.98 | 4.82 | 11.50 | 6.57 | 44.66 | 9.25 | 3.40 | 7.29 | 40.26 |
| „ IX, „ VII, Sommergerstenstroh . | 7.42 | 3.50 | 6.40 | 43.68 | 1.94 | 13.95 | 6.76 | 44.27 | 9 80 | 2.40 | 7.29 | 39.23 |
| „ IX, „ VIII, „ . | 7.03 | 3.00 | 6.52 | 44.71 | 11.38 | 14.90 | 6.03 | 38.80 | 9.25 | 2.80 | 7.15 | 39.58 |

**Tabelle VII b.**

b) In Prozenten der wasser- und aschenfreien Substanzen.

| Kot von | Weender Rohfaser | | Königsche Rohfaser | | Zellulose nach Cross u. Bevan | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | H | C | H | C | H | C |
| Periode I, Hammel IX, Grundfutter (Wiesenheu) | 7.18 | 48.86 | 6.71 | 53.20 | 6.36 | 44.39 |
| „ I, „ X, „ „ | 6.88 | 49.12 | 7.13 | 53.86 | 6.55 | 44.21 |
| „ II, „ IX, Winterweizenstroh . . | 7.02 | 46.72 | 6.67 | 48.91 | 6.66 | 44.49 |
| „ II, „ X, „ . . | 7.12 | 46.47 | 6.79 | 49.55 | 6.77 | 44.59 |
| „ III, „ IX, Sommerweizenstroh . . | 6.81 | 46.30 | 6.67 | 49.23 | 6.68 | 44.50 |
| „ III, „ X, „ . . | 6.62 | 46.25 | 6.81 | 49.40 | 6.75 | 44.58 |
| „ IV, „ VII, Haferstroh . . . . . | 6.69 | 47.75 | 7.29 | 50.26 | 6.64 | 44.70 |
| „ IV, „ VIII, „ . . . . . | 6.72 | 48.32 | 6.59 | 50.90 | 6.81 | 45.40 |
| „ V, „ VII, Winterroggenstroh . . | 6.92 | 49.30 | 7.45 | 50.69 | 6.92 | 44.29 |
| „ V, „ VIII, „ . . | 7.15 | 49.00 | 7.15 | 51.41 | 6.70 | 44.76 |
| „ VI, „ VII, Sommerroggenstroh . . | 6.92 | 47.44 | 7.18 | 50.27 | 6.71 | 45.65 |
| „ VI, „ VIII, „ . . | 7.10 | 47.94 | 7.30 | 51.16 | 6.52 | 44.71 |
| „ VII, „ VII, Grundfutter (Wiesenheu) | 6.76 | 50.96 | 6.50 | 55.20 | 6.74 | 45.92 |
| „ VII, „ VIII, „ „ | 6.82 | 50.60 | 6.29 | 54.50 | 6.83 | 45.67 |
| „ VIII, „ VII, Wintergerstenstroh . . | 7.37 | 48.38 | 7.24 | 53.30 | 6.72 | 46.18 |
| „ VIII, „ VIII, „ . . | 6.92 | 48.23 | 7.31 | 53.36 | 7.16 | 46.09 |
| „ IX, „ VII, Sommergerstenstroh . . | 6.35 | 49.23 | 7.82 | 52.64 | 7.16 | 44.68 |
| „ IX, „ VIII, „ . . | 6.46 | 49.70 | 6.90 | 52.62 | 7.15 | 45.00 |

Der Kohlenstoffgehalt der Königschen Rohfaser ist, wie daraus ersichtlich, bei den Getreidestroharten, sowie beim Wiesenheu durchweg höher als der der Weender Rohfaser. Anders verhält sich das Cruciferen- und das Leguminosenstroh. Beim Raps- und Rübsenstroh ist der Kohlenstoffgehalt der Königschen und Weender Rohfaser etwa gleich, bei den beiden Erbsenstrohsorten, sowie dem Lupinenstroh dagegen ist die Königsche Rohfaser bedeutend kohlenstoffärmer. Dass die Königsche Rohfaser nicht in allen Fällen kohlenstoffreicher gegenüber der Weender Rohfaser ist, haben auch König und Hühn[1]) festgestellt. Zur Erklärung dieser Erscheinung ist es vielleicht von Interesse, die Ausbeute an Weender und Königscher Rohfaser, sowie den Pentosangehalt des Ausgangsmaterials zum Vergleich heranzuziehen. Hierbei muss sofort auffallen, dass bei obengenannten fünf Strohsorten die Rohfaserausbeute bei beiden Verfahren erheblich mehr (in allen fünf Fällen über 10 %) differiert, als es bei den Getreidestrohsorten der Fall ist. Andererseits ist der Pentosangehalt des Ausgangsmaterials den Getreidesorten gegenüber bedeutend niedriger, aus welch letzterem Grunde man eigentlich erwarten sollte, dass die Rohfaserzahlen der beiden Methoden näher beieinander liegen. Es müssen somit durch das Königsche Verfahren noch andere hydrolysierbare Stoffe herausgeschafft werden, die kein Furfurol liefern und die in der Weender Rohfaser noch vorhanden sind, wodurch deren höhere Zahl bedingt ist. Bestimmte weitere Schlüsse daraus zu ziehen, dürfte z. Z. wohl vergebliches Bemühen sein, da weder die Elementaranalyse, noch die durch die Futtermittelanalyse ermittelten Zahlen genauere Anhaltspunkte zur Erklärung obiger Erscheinung bieten können.

Die elementaranalytischen Untersuchungen der Kotrohfaser, die in Tabelle VIIa und b, S. 32 u. 33 zusammengestellt sind, zeigen in allen Fällen, dass die Königsche Kotrohfaser erheblich kohlenstoffreicher ist, als die nach dem Weender Verfahren dargestellte.

Wie uns nun die Untersuchungen von O. Kellner, sowie von J. König gelehrt haben, besteht der verdauliche Teil der Rohfaser aus reiner Zellulose, während Lignin und Kutin so

[1]) Bestimmung der Zellulose in Holzarten und Gespinstfasern. Verlag für Textilindustrie, Berlin 1912.

gut wie gar nicht zur Verdauung gelangen. Infolgedessen muss natürlich die Kotrohfaser schon im allgemeinen viel lignin-, d. h. also kohlenstoffreicher sein als die entsprechende Futterrohfaser, was auch aus unseren vorliegenden elementaranalytischen Untersuchungen hervorgeht.

Wir untersuchten dann ebenfalls noch die nach Cross und Bevan im Kot quantitativ bestimmte Zellulose elementaranalytisch. Die hierbei gefundenen Werte sind in Tabelle VIIa und b, S. 32 bis 33, mit aufgeführt. Der Kohlenstoffgehalt der Zellulose schwankt in der Mehrzahl der Fälle zwischen 44 und 45 %, ein Beweis dafür, dass das Cross und Bevansche Verfahren zur Bestimmung der Zellulose auch für sehr ligninreiche Substanzen geeignet ist. In sechs von achtzehn Fällen liegt der Kohlenstoffgehalt allerdings über 45 %, was wohl davon herrühren mag, dass die $^3/_4$stündige Chlorierung der Kotsubstanz nicht genügte, um alles Lignin in das lösliche Chlorid überzuführen, ein Umstand, auf den Dean und Tower[1]) hingewiesen und durch Versuche mit Holz des näheren untersucht haben. Hierbei war eine dreimalige Chlorbehandlung zur Isolierung eines reinen Produktes nötig, wobei jedoch Zelluloseverluste eintraten. Auch Renker[2]) hat darüber Versuche angestellt und kam zu denselben Ergebnissen. Man hat also bei ligninreichen Substanzen die Wahl zwischen ein- und mehrmaligem Chlorieren, d. h. dementsprechend zwischen einem ligninhaltigen Produkt und Verlusten infolge Angriffs der Zellulose.

Wir hielten es weiterhin von Interesse, zu ermitteln, inwieweit die Weender und Königsche Rohfaser in ihrem Gehalt an Zellulose, bestimmt nach dem Cross und Bevanschen Verfahren, differieren. Wir nahmen diese Untersuchungen bei fünf Strohsorten vor und kamen zu folgenden Ergebnissen (berechnet auf Trockensubstanz):

(Siehe die Tabelle VIII auf S. 36.)

Des Vergleiches halber führten wir hier zugleich auch den prozentualen Gehalt des Ausgangsmaterials an Rohfaser, sowie z. T wenigstens Reinzellulose nach König und Zellulose nach Cross und Bevan, sowie den prozentualen Gehalt des Ausgangsmaterials an Zellulose nach Cross und Bevan auf. Wie daraus ersichtlich ist,

[1]) Journal. Am. Soc. 29, 1119 (1907).
[2]) Ebenda.

enthalten die Weender und Königsche Rohfaser bei Sommer- und Winterroggenstroh prozentual nahezu gleiche Mengen an Zellulose. Der Zellulosegehalt des Sommergerstenstrohes ist bei der Königschen Rohfaser gegenüber der Weender um ca. 4 % niedriger.

**Tabelle VIII. Gehalt der Rohfasern an Zellulose.**

| | Weender Rohfaser enthält Zellulose nach Cross u. Bevan | Rohfaser nach König enthält | | Das Ausgangsmaterial enthält: | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Weender Rohfaser | | Rohfaser nach König | | | |
| | | Zellulose nach Cross und Bevan | Reinzellulose nach König | | darin Zellulose nach Cross und Bevan | | darin Zellulose nach Cross und Bevan | darin Reinzellulose nach König | Zellulose nach Cross u. Bevan |
| | % | % | % | % | g | % | g | g | % |
| Sommerroggen 1911 . | 92.04 | 92.21 | 74.16 | 42.99 | 39.56 | 35.76 | 32.97 | 26.51 | 50.62 |
| Winterroggen 1911 . | 93.27 | 91.18 | 81.06 | 48.59 | 45.31 | 39.14 | 35.68 | 31.73 | 52.37 |
| Sommergerste 1911 . | 92.85 | 88.70 | 76.44 | 44.29 | 41.12 | 37.70 | 33.43 | 28.82 | 52.88 |
| Rübsen 1912 . . . . | 75.21 | 85.02 | — | 48.96 | 36.82 | 34.98 | 29.73 | — | 44.54 |
| Erbse I 1912. . . . | 75.80 | 84.87 | — | 47.66 | 36.12 | 36.29 | 30.79 | — | 43.03 |

Ganz anders liegen nun aber die Verhältnisse beim Rübsen- und Erbsenstroh. Bei diesen enthält die Weender Rohfaser ca. 10 % weniger Zellulose, als die nach König, wodurch auch der schon oben besprochene höhere Kohlenstoffgehalt der Weender Rohfaser bedingt ist. Sehr auffallend sind jedoch beim Vergleich die Differenzen zwischen der in 100 Teilen des Ausgangsmaterials enthaltenen Zellulose, ausgedrückt als Bestandteil der Rohfaser beider Verfahren, und der für Zellulose nach Cross und Bevan in 100 Teilen des Ausgangsmaterials gefundenen Werte. Weitere Verluste sind, wie aus der Tabelle zu ersehen ist, dann noch bei der Darstellung der Königschen Reinzellulose eingetreten.

Aus vorhergehendem ergibt sich dann auch ganz natürlicherweise, dass sich durch die verschiedene Ausbeute an Rohfaser nach den beiden Verfahren die Werte für die stickstofffreien Extraktstoffe bedeutend ändern. In Tabelle I der Futtermittelanalyse sind bei der Berechnung der stickstofffreien Extraktstoffe die Zahlen hierfür auf die Weender Rohfaser bezogen. Setzen wir dagegen die Königschen Rohfaserwerte ein, so ergeben sich nachstehende Unterschiede. Zum Vergleich führen wir hier noch die unter Zugrundelegung des Weender Verfahrens berechneten Werte mit auf.

a) Getreidestrohsorten aus dem Jahre 1911:

| Hafer | Wintergerste | Sommergerste | Winterweizen | Sommerweizen | Winterroggen | Sommerroggen |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N-freie Extraktstoffe nach Weender: | | | | | | |
| 45.36 % | 45.95 % | 45.34 % | 47.02 % | 44.47 % | 42.73 % | 48.51 % |
| N-freie Extraktstoffe nach König: | | | | | | |
| 51.27 % | 51.70 % | 51.93 % | 54.70 % | 53.33 % | 52.18 % | 55.74 % |

b) Getreidestrohsorten aus dem Jahre 1912:

| Hafer | Wintergerste | Sommergerste | Winterweizen | Winterroggen | Dinkel |
|---|---|---|---|---|---|
| N-freie Extraktstoffe nach Weender: | | | | | |
| 41.67 % | 43.00 % | 42.01 % | 42.06 % | 45.34 % | 42.09 % |
| N-freie Extraktstoffe nach König: | | | | | |
| 49.13 % | 50.15 % | 51.03 % | 50.12 % | 53.48 % | 49.56 % |

c) Leguminosen- und Cruciferenstrohsorten aus dem Jahre 1912:

| Raps | Rübsen | Erbse I | Erbse II | Lupine |
|---|---|---|---|---|
| N-freie Extraktstoffe nach Weender: | | | | |
| 36.02 % | 36.49 % | 35.60 % | 34.53 % | 32.87 % |
| N-freie Extraktstoffe nach König: | | | | |
| 52.08 % | 50.47 % | 46.97 % | 46.57 % | 49.17 % |

Diese Unterschiede sind ausserordentlich erheblich und wir werden im folgenden Kapitel bei der Verdaulichkeit der verschiedenen Stroharten sehen, inwieweit hierdurch vor allen Dingen auch der Stärkewert der verschiedenen Stroharten beeinflusst wird.

## B. Die Verdaulichkeit der verschiedenen Strohsorten.

Die nachstehend beschriebenen Ausnutzungsversuche wurden mit Hammeln ausgeführt, die nach der üblichen Versuchsanstellung in getrennten Zwangsställen untergebracht und mit Kotbeuteln versehen waren, die ein quantitatives Sammeln des Kotes ermöglichten. Jeder Fütterungsversuch dauerte 16 Tage, wovon 6 Tage auf die Vorfütterung, die restierenden 10 auf den eigentlichen Versuch entfielen. Die Differenz zwischen den im Futter enthaltenen und den mit den Fäzes ausgeschiedenen Nährstoffen gibt die Menge der letzteren an, die resorbiert worden sind. Das Futter wurde jeweils bei unseren Versuchen den Tieren mit 3 Malen verabreicht und zwar morgens um 7 und 11, nachmittags um 5 Uhr. An Wasser erhielten die Tiere bestimmte Mengen vorgesetzt und die aufgenommene Menge wurde durch Zurückwägen des Restes ermittelt. Ausserdem wurde, wie dies allgemein üblich ist, bei jeder Fütterung die Stalltemperatur abgelesen und ebenso am Anfang und Ende jeder Periode das Gewicht der Tiere festgestellt.

1. Getreidestroh aus dem Jahre 1911. Zu diesen Versuchen dienten zunächst zwei ca. eineinhalbjährige Hammel

der Shropshirerasse, später zwei Rambouillets, die ein ungefähres Alter von zweieinhalb Jahren besassen. Da zu befürchten war, dass die Tiere Stroh allein nicht fressen würden, so wurde neben den verschiedenen Stroharten noch Wiesenheu gegeben, dessen Verdaulichkeit in zwei Perioden gesondert festgestellt wurde.

In der Trockensubstanz enthielt das Wiesenheu:

| Rohprotein | Reineiweiss | N-freie Extraktstoffe | Pentosane | Rohfett | Rohfaser | Asche |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15.32 % | 14.25 % | 37.65 % | 20.49 % | 2.88 % | 35.22 % | 8.93 % |

Hiervon erhielten die Tiere in den Perioden I und VII pro Kopf und Tag 600.0 g mit 83.33 % Trockensubstanz = 500.0 g. Über Kotproduktion, Wasserkonsum, Stalltemperatur und Lebendgewicht an den einzelnen Tagen dieser beiden Perioden geben die nachstehenden Tabellen Auskunft.

**Tabelle IX.**

Hammel IX und X, Periode I, 600 g Wiesenheu.

| Datum | Stalltemperatur | Lebendgewicht | Kot aus dem Sammelbeutel | | Gesamtmenge der Tr.-S. im Kot | Tränkwasser |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | frisch | Tr.-S. | | |
| | ° C. | kg | g | % | g | g |
| **Hammel IX.** | | | | | | |
| 8. August 1912 | 18.0 | 34.5 | 332.0 | 50.00 | 166.0 | 2310 |
| 9. „ „ | 17.7 | | 350.7 | 50.33 | 176.5 | 2250 |
| 10. „ „ | 17.3 | | 461.6 | 47.51 | 219.3 | 2370 |
| 11. „ „ | 17.3 | | 367.8 | 48.94 | 180.0 | 1950 |
| 12. „ „ | 17.0 | | 431.9 | 48.76 | 210.6 | 2175 |
| 13. „ „ | 17.0 | | 340.7 | 49.49 | 168.6 | 2165 |
| 14. „ „ | 16.0 | | 369.8 | 50.32 | 186.1 | 1530 |
| 15. „ „ | 16.0 | | 376.8 | 50.77 | 191.3 | 2390 |
| 16. „ „ | 16.0 | | 425.2 | 49.32 | 209.7 | 2060 |
| 17. „ „ | 16.3 | 34.5 | 391.7 | 51.08 | 200.1 | 2150 |
| Im Mittel: | 16.7 | ± 0.0 | 384.8 | 49.58 | 190.8 | 2145 |
| **Hammel X.** | | | | | | |
| 8. August 1912 | 18.0 | 37.0 | 337.4 | 47.98 | 161.9 | 2240 |
| 9. „ „ | 17.7 | | 273.5 | 47.13 | 128.9 | 2500 |
| 10. „ „ | 17.3 | | 396.6 | 45.01 | 178.5 | 2600 |
| 11. „ „ | 17.3 | | 383.3 | 45.42 | 174.1 | 2320 |
| 12. „ „ | 17.0 | | 460.0 | 44.28 | 203.7 | 1700 |
| 13. „ „ | 17.0 | | 332.7 | 45.27 | 150.6 | 2360 |
| 14. „ „ | 16.0 | | 351.9 | 47.51 | 167.2 | 1403 |
| 15. „ „ | 16.0 | | 384.2 | 47.58 | 182.8 | 3985 |
| 16. „ „ | 16.0 | | 413.8 | 45.46 | 188.1 | 2300 |
| 17. „ „ | 16.3 | 36.5 | 404.8 | 46.47 | 188.1 | 2190 |
| Im Mittel: | 16.7 | — 0.5 | 373.8 | 46.15 | 172.5 | 2360 |

**Tabelle X.**

Hammel VII und VIII, Periode VII, 600 g Wiesenheu (Grundfutter).

| Datum | Stalltemperatur ° C. | Lebendgewicht kg | Kot aus dem Sammelbeutel frisch g | Kot aus dem Sammelbeutel Tr.-S. % | Gesamtmenge der Tr.-S. im Kot g | Tränkwasser g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hammel VII. | | | | | | |
| 14. Januar 1913 . . | 5.7 | 41.5 | 368.1 | 45.76 | 168.4 | 995 |
| 15. „ „ . . | 5.8 | | 385.3 | 43.74 | 168.4 | 1250 |
| 16. „ „ . . | 5.5 | | 390.1 | 49.82 | 194.3 | 700 |
| 17. „ „ . . | 5.3 | | 399.3 | 47.79 | 190.7 | 920 |
| 18. „ „ . . | 5.5 | | 353.1 | 48.21 | 170.2 | 940 |
| 19. „ „ . . | 5.7 | | 405.3 | 46.41 | 188.0 | 880 |
| 20. „ „ . . | 5.7 | | 426.1 | 45.82 | 195.2 | 940 |
| 21. „ „ . . | 5.7 | | 340.3 | 48.23 | 164.0 | 500 |
| 22. „ „ . . | 5.2 | | 416.1 | 46.05 | 191.6 | 1170 |
| 23. „ „ . . | 5.7 | 42.0 | 383.3 | 45.11 | 172.9 | 800 |
| Im Mittel: | 5.5 | + 0.5 | 386.7 | 46.69 | **180.4** | 909.5 |
| Hammel VIII. | | | | | | |
| 14. Januar 1913 . . | 5.7 | 43.0 | 379.8 | 50.26 | 190.5 | 490 |
| 15. „ „ . . | 5.8 | | 160.2 | 54.50 | 87.2 | 1130 |
| 16. „ „ . . | 5.5 | | 424.3 | 45.77 | 194.1 | 1110 |
| 17. „ „ . . | 5.3 | | 471.2 | 46.87 | 220.8 | 225 |
| 18. „ „ . . | 5.5 | | 396.8 | 49.24 | 195.0 | 185 |
| 19. „ „ . . | 5.7 | | 405.7 | 49.45 | 200.3 | 750 |
| 20. „ „ . . | 5.7 | | 312 3 | 50 80 | 158.5 | 720 |
| 21. „ „ . . | 5.7 | | 325.2 | 50.40 | 163.8 | 1010 |
| 22. „ „ . . | 5.2 | | 344.3 | 50.20 | 172.7 | 650 |
| 23. „ „ . . | 5.7 | 43.0 | 366.2 | 50.10 | 183.4 | 1110 |
| Im Mittel: | 5.5 | ± 0.0 | 358.6 | 49.75 | **176.6** | 738.0 |

Die Zusammensetzung der Fäzes dieser beiden Perioden war, auf Trockensubstanz berechnet, folgende:

| | Rohprotein | N-freie Extraktst. | Rohfett | Pentosane | Rohfaser | Asche |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Periode I. | | | | | | |
| Hammel IX . . | 14.00 % | 42.59 % | 3.58 % | 17.19 % | 26.09 % | 13.74 % |
| „ X . . | 14.57 „ | 42.27 „ | 3.69 „ | 16.80 „ | 25.09 „ | 14.38 „ |
| Periode VII. | | | | | | |
| Hammel VII . . | 13.16 % | 43.46 % | 3.14 % | 16.82 % | 24.82 % | 15.42 % |
| „ VIII . | 13.03 „ | 44.64 „ | 3.39 „ | 17.25 „ | 23.55 „ | 15.39 „ |

Wir haben auch, wenigstens in einigen Versuchen, im frischen Mischkot sowohl den Gesamtstickstoff als auch den in

Pepsin-Salzsäure unlöslichen bestimmt und auf Trockensubstanz umgerechnet. Von einer Verwendung dieser Werte in der vorliegenden Abhandlung haben wir aber zunächst aus anderen Gründen noch Abstand genommen. Da wir jedoch anderweitig hierauf zurückkommen werden, so führen wir, um später direkt hierauf verweisen zu können und das ganze Zahlenmaterial nicht noch einmal anführen zu müssen, die gewonnenen Ergebnisse hier schon mit auf.

| | Gesamt-stickstoff | entsprech. Protein | in Pepsin-Salzsäure unlöslich. Stickstoff | entsprech. Protein |
|---|---|---|---|---|
| | | Periode VII. | | |
| Hammel VII . . | 2.29 % | 14.34 % | 1.42 % | 8.90 % |
| „ VIII . . | 2.27 „ | 14.24 „ | 1.41 „ | 8.87 „ |

Mit Hilfe all dieser Zahlen berechnet sich nun in der nachstehend angegebenen Weise die Verdaulichkeit des als Grundfutter verabfolgten Wiesenheus wie folgt:

**Tabelle XI und XII.**

| | Trocken-substanz g | Organ. Substanz g | Roh-protein g | N-freie Extrakt-stoffe g | Pentosane g | Rohfett (Äther-extrakt) g | Rohfaser g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Periode I. | | | | |
| Hammel IX verzehrt 600 g Wiesenheu . . . . | 500.0 | 455.4 | 76.6 | 188.3 | 102.5 | 14.4 | 176.1 |
| Ausgeschieden im Kot . | 190.8 | 164.6 | 26.7 | 81.3 | 32.8 | 6.8 | 49.8 |
| Verdaut: | 309.2 | 290.8 | 49.9 | 107.0 | 69.7 | 7.6 | 126.3 |
| Hammel X verzehrt 600 g Wiesenheu . . . . | 500.0 | 455.4 | 76.6 | 188.3 | 102.5 | 14.4 | 176.1 |
| Ausgeschieden im Kot . | 172.5 | 147.7 | 25.1 | 72.9 | 29.0 | 6.4 | 43.3 |
| Verdaut: | 327.5 | 307.7 | 51.5 | 115.4 | 73.5 | 8.0 | 132.8 |
| | | | Periode VII. | | | | |
| Hammel VII verzehrt 600 g Wiesenheu . . . . | 500.0 | 455.4 | 76 6 | 188.3 | 102.5 | 14.4 | 176.1 |
| Ausgeschieden im Kot . | 180.4 | 152.6 | 23.7 | 78.4 | 30.3 | 5.7 | 44.8 |
| Verdaut: | 319.6 | 302 8 | 52.9 | 109.9 | 72.2 | 8.7 | 131.3 |
| Hammel VIII verzehrt 600 g Wiesenheu . . . . | 500.0 | 455.4 | 76.6 | 188.3 | 102.5 | 14.4 | 176.1 |
| Ausgeschieden im Kot . | 176.6 | 149.4 | 23.0 | 78.0 | 30.5 | 6.0 | 41 6 |
| Verdaut: | 323.4 | 306.0 | 53.6 | 110.3 | 72.0 | 8.4 | 134.5 |

In Prozenten der einzelnen Bestandteile wurden demnach verdaut:

| | Hammel IX | Hammel X | Im Mittel | Hammel VII | Hammel VIII | Im Mittel |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Trockensubstanz | 61.8 % | 65.5 % | 63.7 % | 63.9 % | 64.7 % | 64.3 % |
| Organische Substanz | 63.9 „ | 67.6 „ | 65.8 „ | 66.5 „ | 67.2 „ | 66.8 „ |
| Rohprotein | 65.1 „ | 67.2 „ | 66.2 „ | 69.1 „ | 70.0 „ | 69.5 „ |
| N-freie Extraktstoffe | 56.8 „ | 61.3 „ | 59.1 „ | 58.4 „ | 58.6 „ | 58.5 „ |
| Rohfett | 52.8 „ | 55.5 „ | 54.2 „ | 60.4 „ | 58.3 „ | 59.3 „ |
| Pentosane | 68.0 „ | 71.7 „ | 69.9 „ | 70.4 „ | 70.2 „ | 70.3 „ |
| Rohfaser | 71.7 „ | 75.4 „ | 73.6 „ | 74.6 „ | 76.4 „ | 75.5 „ |

Es haben hiernach also nicht nur die beiden zugehörigen Hammel untereinander gut übereingearbeitet, sondern auch im Mittel von je zwei Tieren der verschiedenen Rasse (Hammel IX und X Shropshire, Hammel VII und VIII Rambouillet) zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung. Nebenbei also gleichzeitig eine weitere Bestätigung dafür, dass entsprechend den Ansichten der Theorie und entgegen vielfach den Meinungen der Praxis Tiere verschiedener Rasse ein und dasselbe Futter in gleicher Weise verdauen, was jedoch keineswegs identisch ist mit verwerten.

In den übrigen Perioden wurden nun pro Kopf und Tag als Grundfutter 300 g Wiesenheu verabfolgt und diesem in den einzelnen Perioden je 300 g der verschiedenen auf ihre Verdaulichkeit zu prüfenden Strohsorten zugelegt. Demgemäss erhielten die Tiere an lufttrockener Substanz bezw. Trockenmasse pro Kopf und Tag:

Periode II.

300 g Wiesenheu mit 83.33 % Trockensubstanz . . . . = 250.0 g
300 „ Winterweizenstroh mit 85.32 % Trockensubstanz . = 256.0 „
Insgesamt: 506.0 g

Periode III.

300 g Wiesenheu mit 83.33 % Trockensubstanz . . . . = 250.0 g
300 „ Sommerweizenstroh mit 86.08 % Trockensubstanz . = 258.0 „
Insgesamt: 508.2 g

Periode IV.

300 g Wiesenheu mit 83.33 % Trockensubstanz . . . . = 250.0 g
300 „ Haferstroh mit 80.97 % Trockensubstanz . . . . = 242.9 „
Insgesamt: 492.9 g

Periode V.

300 g Wiesenheu mit 83.33 % Trockensubstanz . . . . = 250.0 g
300 „ Winterroggenstroh mit 85.06 % Trockensubstanz . = 255.2 „
Insgesamt: 505.2 g

Periode VI.

300 g Wiesenheu mit 83.33 % Trockensubstanz . . . . = 250.0 g
300 „ Sommerroggenstroh mit 85.14 % Trockensubstanz . = 255.4 „
Insgesamt: 505.4 g

Periode VIII.

300 g Wiesenheu mit 83.33 % Trockensubstanz . . . . = 250.0 g
300 „ Wintergerstenstroh mit 82.08 % Trockensubstanz . = 246.2 „
Insgesamt: 496.2 g

Periode IX.

300 g Wiesenheu mit 83.33 % Trockensubstanz . . . . = 250.0 g
300 „ Sommergerstenstroh mit 82.77 % Trockensubstanz . = 248.3 „
Insgesamt: 498.3 g

Die während dieser Perioden gesammelten Daten über Stalltemperatur, Lebendgewicht, Trinkwasser und Kotausscheidung sind in den Tabellen XIII—XIX enthalten.

**Tabelle XIII.**

Hammel IX und X, Periode II, 300 g Wiesenheu + 300 g Winterweizenstroh.

| Datum | Stalltemperatur | Lebendgewicht | Kot aus dem Sammelbeutel | | Gesamtmenge der Tr.-S. im Kot | Tränkwasser |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | frisch | Tr.-S. | | |
| | ° C. | kg | g | % | g | g |
| **Hammel IX.** | | | | | | |
| 27. August 1912 . . | 16.0 | 35.0 | 565.1 | 46.66 | 263.7 | 1600 |
| 28. „ „ . . | 16.0 | | 506.6 | 48.40 | 245.2 | 3812 |
| 29. „ „ . . | 15.3 | | 551.6 | 47.34 | 261.1 | 1970 |
| 30. „ „ . . | 16.0 | | 530.5 | 46.73 | 247.9 | 2060 |
| 31. „ „ . . | 16.0 | | 517.7 | 47.36 | 245.2 | 1700 |
| 1. September 1912 . . | 15.0 | | 500.5 | 49.17 | 246.1 | 1570 |
| 2. „ „ . . | 14.0 | | 528.7 | 48.87 | 258.4 | 1960 |
| 3. „ „ . . | 14.7 | | 524.8 | 49.41 | 259.3 | 2070 |
| 4. „ „ . . | 14.7 | | 508.1 | 48.26 | 245.2 | 1700 |
| 5. „ „ . . | 14.0 | 33.5 | 514.3 | 48.20 | 247.9 | 1900 |
| Im Mittel: | 15.2 | — 1.5 | 524.8 | 48.02 | 252.0 | 2034 |
| **Hammel X.** | | | | | | |
| 27. August 1912 . . | 16.0 | 37.5 | 545.3 | 42.78 | 233.3 | 2185 |
| 28. „ „ . . | 16.0 | | 547.3 | 42.79 | 234.2 | 1920 |
| 29. „ „ . . | 15.3 | | 586.5 | 42.92 | 251.7 | 1650 |
| 30. „ „ . . | 16.0 | | 564.9 | 41.92 | 236.8 | 2050 |
| 31. „ „ . . | 16.0 | | 571.8 | 42.79 | 244.7 | 1940 |
| 1. September 1912 . . | 15.0 | | 577.1 | 43.30 | 249.9 | 1240 |
| 2. „ „ . . | 14.0 | | 547.3 | 41.99 | 229.8 | 2470 |
| 3. „ „ . . | 14.7 | | 598.5 | 41.91 | 250.8 | 1890 |
| 4. „ „ . . | 14.7 | | 608.3 | 40.37 | 245.6 | 1550 |
| 5. „ „ . . | 14.0 | 36.5 | 539.5 | 43.41 | 234.2 | 1850 |
| Im Mittel: | 15.2 | — 1.0 | 568.7 | 42.39 | 241.1 | 1875 |

**Tabelle XIV.**

Hammel IX und X, Periode III, 300 g Wiesenheu + 300 g Sommerweizenstroh.

| Datum | Stalltemperatur °C. | Lebendgewicht kg | Kot aus dem Sammelbeutel frisch g | Kot aus dem Sammelbeutel Tr.-S. % | Gesamtmenge der Tr.-S. im Kot g | Tränkwasser g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hammel IX.** | | | | | | |
| 12. September 1912. . | 13.7 | 33.0 | 454.1 | 47.48 | 215.6 | 1890 |
| 13. „ „ . . | 13.7 | | 528.8 | 49.19 | 260.1 | 1990 |
| 14. „ „ . . | 15.0 | | 483.1 | 47.03 | 227.2 | 1920 |
| 15. „ „ . . | 14.0 | | 492.8 | 46.65 | 229.9 | 1560 |
| 16. „ „ . . | 14.0 | | 490.1 | 49.25 | 241.4 | 2090 |
| 17. „ „ . . | 14.7 | | 481.8 | 48.82 | 235.2 | 1720 |
| 18. „ „ . . | 14.7 | | 475.1 | 48.20 | 229.0 | 2060 |
| 19. „ „ . . | 14.7 | | 479.3 | 48.88 | 234.3 | 1790 |
| 20. „ „ . . | 14.3 | | 445.1 | 48.44 | 215.6 | 1490 |
| 21. „ „ . . | 13.7 | 33.0 | 561.3 | 47.62 | 267.3 | 2100 |
| Im Mittel: | 14.3 | ± 0.0 | 489.2 | 48.16 | **235.6** | 1861 |
| **Hammel X.** | | | | | | |
| 12. September 1912. . | 13.7 | 34.5 | 475.5 | 42.44 | 201.8 | 1800 |
| 13. „ „ . . | 13.7 | | 542.5 | 44.90 | 243.6 | 2685 |
| 14. „ „ . . | 15.0 | | 497.8 | 45.18 | 224.9 | 1440 |
| 15. „ „ . . | 14.0 | | 508.5 | 44.76 | 227.6 | 1560 |
| 16. „ „ . . | 14.0 | | 531.3 | 43.84 | 232.9 | 2520 |
| 17. „ „ . . | 14.7 | | 498.5 | 44.95 | 224.1 | 1680 |
| 18. „ „ . . | 14.7 | | 522.3 | 44.44 | 232.1 | 1500 |
| 19. „ „ . . | 14.7 | | 513.5 | 45.36 | 232.9 | 1750 |
| 20. „ „ . . | 14.3 | | 520.3 | 43.23 | 224.9 | 1830 |
| 21. „ „ . . | 13.7 | 34.0 | 516.5 | 44.24 | 228.5 | 1490 |
| Im Mittel: | 14.3 | — 0.5 | 512.7 | 44.33 | **227.3** | 1826 |

**Tabelle XV.**

Hammel VII und VIII, Periode IV, 300 g Wiesenheu und 300 g Haferstroh.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hammel VII.** | | | | | | |
| 27. November 1912 . . | 7.3 | 46.0 | 522.6 | 46.32 | 241.8 | 780 |
| 28. „ „ . . | 7.2 | | 523.3 | 45.54 | 238.2 | 800 |
| 29. „ „ . . | 6.7 | | 515.1 | 43.98 | 226.5 | 790 |
| 30. „ „ . . | 5.7 | | 480.3 | 48.31 | 231.9 | 570 |
| 1. Dezember 1912 . . | 6.0 | | 514.1 | 43.19 | 222.0 | 1100 |
| 2. „ „ . . | 6.7 | | 517.8 | 42.06 | 217.5 | 1400 |
| 3. „ „ . . | 7.5 | | 439.1 | 47.49 | 208.5 | 930 |
| 4. „ „ . . | 7.0 | | 458.3 | 46.50 | 213.0 | 990 |
| 5. „ „ . . | 7.0 | | 514.1 | 42.84 | 220.2 | 1080 |
| 6. „ „ . . | 6.3 | 45.5 | 444.3 | 43.42 | 191.5 | 850 |
| Im Mittel: | 6.7 | — 0.5 | 492.6 | 44.96 | **221.1** | 929 |

| Datum | Stalltemperatur °C. | Lebendgewicht kg | Kot aus dem Sammelbeutel frisch g | Kot aus dem Sammelbeutel Tr.-S. % | Gesamtmenge der Tr.-S. im Kot g | Tränkwasser g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hammel VIII.** | | | | | | |
| 27. November 1912 . . | 7.3 | 45.0 | 396.3 | 49.21 | 194.9 | 900 |
| 28. „ „ . . | 7.2 | | 423.2 | 49.69 | 210.2 | 610 |
| 29. „ „ . . | 6.7 | | 382.3 | 49.13 | 187.7 | 880 |
| 30. „ „ . . | 5.7 | | 408.2 | 49.97 | 203.9 | 650 |
| 1. Dezember 1912 . . | 6.0 | | 433.3 | 48.33 | 209.3 | 900 |
| 2. „ „ . . | 6.7 | | 414.3 | 48.59 | 201.2 | 750 |
| 3. „ „ . . | 7.5 | | 433.3 | 49.14 | 212.8 | 1360 |
| 4. „ „ . . | 7.0 | | 421.4 | 48.85 | 205.7 | 500 |
| 5. „ „ . . | 7.0 | | 436.2 | 49.01 | 213.7 | 890 |
| 6. „ „ . . | 6.3 | 45.0 | 429.2 | 47.10 | 202.1 | 750 |
| Im Mittel: | 6.7 | ± 0.0 | 417.7 | 48.90 | 204.2 | 819 |

**Tabelle XVI.**

Hammel VII und VIII, Periode V, 300 g Wiesenheu + 300 g Winterroggenstroh.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hammel VII.** | | | | | | |
| 13. Dezember 1912 . . | 7.2 | 44.5 | 552.1 | 40.45 | 223.3 | 1030 |
| 14. „ „ . . | 7.3 | | 593.3 | 41.11 | 244.8 | 1050 |
| 15. „ „ . . | 7.5 | | 565.1 | 41.73 | 235.8 | 990 |
| 16. „ „ . . | 7.3 | | 547.3 | 42.61 | 233.1 | 590 |
| 17. „ „ . . | 7.5 | | 455.1 | 45.12 | 205.3 | 1170 |
| 18. „ „ . . | 7.3 | | 539.3 | 48.23 | 260.0 | 850 |
| 19. „ „ . . | 6.8 | | 549.1 | 48.17 | 264.5 | 920 |
| 20. „ „ . . | 6.8 | | 527.3 | 46.11 | 243.0 | 620 |
| 21. „ „ . . | 7.0 | | 571.1 | 45.21 | 258.2 | 210 |
| 22. „ „ . . | 6.8 | 45.0 | 589.3 | 43.07 | 253.7 | 800 |
| Im Mittel: | 7.0 | + 0.5 | 548.9 | 44.18 | 242.2 | 823 |
| **Hammel VIII.** | | | | | | |
| 13. Dezember 1912 . . | 7.2 | 45.0 | 462.3 | 48.20 | 222.7 | 900 |
| 14. „ „ . . | 7.3 | | 457.2 | 48.53 | 221.8 | 630 |
| 15. „ „ . . | 7.5 | | 461.3 | 48.50 | 223.6 | 685 |
| 16. „ „ . . | 7.3 | | 386.7 | 49.11 | 189.6 | 1080 |
| 17. „ „ . . | 7.5 | | 457.3 | 48.53 | 221.8 | 800 |
| 18. „ „ . . | 7.3 | | 410.2 | 47.00 | 196.8 | 585 |
| 19. „ „ . . | 6.8 | | 391.3 | 48.26 | 188.7 | 790 |
| 20. „ „ . . | 6.8 | | 430.7 | 48.04 | 206.6 | 500 |
| 21. „ „ . . | 7.0 | | 386.3 | 48.44 | 187.0 | 900 |
| 22. „ „ . . | 6.8 | 44.5 | 463.2 | 47.51 | 220.0 | 550 |
| Im Mittel: | 7.0 | — 0.5 | 430.6 | 48.21 | 207.9 | 712 |

**Tabelle XVII.**

Hammel VII und VIII, Periode VI, 300 g Wiesenheu + 300 g Sommerroggenstroh.

| Datum | Stalltemperatur °C. | Lebendgewicht kg | Kot aus dem Sammelbeutel frisch g | Kot aus dem Sammelbeutel Tr.-S. % | Gesamtmenge der Tr.-S. im Kot g | Tränkwasser g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hammel VII. | | | | | | |
| 29. Dezember 1912 | 6.3 | 44.0 | 514.8 | 44.26 | 227.5 | 600 |
| 30. „ „ | 6.5 | | 476.1 | 44.03 | 209.6 | 850 |
| 31. „ „ | 6.2 | | 530.4 | 43.94 | 232.9 | 780 |
| 1. Januar 1913 | 6.3 | | 519.1 | 44.35 | 230.2 | 320 |
| 2. „ „ | 6.5 | | 607.9 | 43.08 | 261.5 | 710 |
| 3. „ „ | 6.2 | | 487.2 | 44.86 | 218.5 | 800 |
| 4. „ „ | 6.3 | | 659.3 | 38.45 | 254.4 | 900 |
| 5. „ „ | 5.8 | | 657.1 | 33.12 | 217.6 | 990 |
| 6. „ „ | 5.5 | | 657.8 | 35.82 | 235.5 | 820 |
| 7. „ „ | 5.5 | 43.0 | 637.1 | 35.29 | 224.8 | 440 |
| Im Mittel: | 6.1 | — 1.0 | 574.6 | 40.72 | **231.3** | 721 |
| Hammel VIII. | | | | | | |
| 29. Dezember 1912 | 6.3 | 44.5 | 530.2 | 44.45 | 244.5 | 510 |
| 30. „ „ | 6.5 | | 458.8 | 47.70 | 218.5 | 650 |
| 31. „ „ | 6.2 | | 468.2 | 47.84 | 223.9 | 730 |
| 1. Januar 1913 | 6.3 | | 287.3 | 50.87 | 146.0 | 260 |
| 2. „ „ | 6.5 | | 421.9 | 49.99 | 210.4 | 760 |
| 3. „ „ | 6.2 | | 506.5 | 46.89 | 237.3 | 210 |
| 4. „ „ | 6.3 | | 465.2 | 48.53 | 225.7 | 1040 |
| 5. „ „ | 5.8 | | 401.8 | 48.90 | 196.1 | 570 |
| 6. „ „ | 5.5 | | 377.2 | 49.65 | 187.2 | 765 |
| 7. „ „ | 5.5 | 44.0 | 359.3 | 50.64 | 181.8 | 800 |
| Im Mittel: | 6.1 | — 0.5 | 427.6 | 48.54 | **207.4** | 629 |

**Tabelle XVIII.**

Hammel VII und VIII, Periode VIII, 300 g Wiesenheu + 300 g Wintergerstenstroh.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hammel VII. | | | | | | |
| 30. Januar 1913 | 5.8 | 41.5 | 485.1 | 43.42 | 210.6 | 900 |
| 31. „ „ | 5.5 | | 547.8 | 42.96 | 235.0 | 1110 |
| 1. Februar 1913 | 6.0 | | 489.1 | 42.88 | 209.7 | 400 |
| 2. „ „ | 6.2 | | 499.3 | 43.82 | 218.7 | 1490 |
| 3. „ „ | 6.2 | | 465.1 | 43.54 | 202.5 | 690 |
| 4. „ „ | 6.8 | | 500.8 | 44.46 | 222.3 | 1040 |
| 5. „ „ | 7.5 | | 505.1 | 44.19 | 223.2 | 790 |
| 6. „ „ | 7.5 | | 465.3 | 44.51 | 207.0 | 930 |
| 7. „ „ | 7.8 | | 518.1 | 44.49 | 230.5 | 1100 |
| 8. „ „ | 8.0 | 41.5 | 494.3 | 44.63 | 220.5 | 1110 |
| Im Mittel: | 6.7 | ± 0.0 | 497.0 | 43.89 | **218.0** | 956 |

| Datum | Stalltemperatur °C. | Lebendgewicht kg | Kot aus dem Sammelbeutel frisch g | Kot aus dem Sammelbeutel Tr.-S. % | Gesamtmenge der Tr.-S. im Kot g | Tränkwasser g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hammel VIII.** | | | | | | |
| 30. Januar 1913 . . | 5.8 | 42.5 | 450.3 | 45.75 | 205.9 | 505 |
| 31. „ „ . . | 5.5 | | 493.2 | 42.31 | 208.6 | 1360 |
| 1. Februar 1913 . . | 6.0 | | 475.3 | 42.21 | 200.5 | 850 |
| 2. „ „ . . | 6.2 | | 378.2 | 43.49 | 164.4 | 680 |
| 3. „ „ . . | 6.2 | | 226.3 | 47.16 | 106.6 | 1550 |
| 4. „ „ . . | 6.8 | | 397.2 | 42.31 | 168.0 | 400 |
| 5. „ „ . . | 7.5 | | 568.3 | 45.31 | 257.4 | 1200 |
| 6. „ „ . . | 7.5 | | 562.2 | 45.48 | 255.6 | 625 |
| 7. „ „ . . | 7.8 | | 518.8 | 44.98 | 233.0 | 830 |
| 8. „ „ . . | 8.0 | 42.0 | 475.2 | 44.29 | 210.4 | 860 |
| Im Mittel: | 6.7 | — 0.5 | 454.5 | 44.32 | **201.0** | 886 |

**Tabelle XIX.**

Hammel VII und VIII, Periode IX, 300 g Wiesenheu und 300 g Sommergerstenstroh.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hammel VII.** | | | | | | |
| 15. Februar 1913 . . | 6.3 | 41.0 | 559.1 | 42.89 | 239.8 | 1360 |
| 16. „ „ . . | 6.5 | | 534.3 | 42.71 | 228.1 | 800 |
| 17. „ „ . . | 5.8 | | 579.6 | 41.10 | 238.0 | 640 |
| 18. „ „ . . | 5.5 | | 502.7 | 41.49 | 208.3 | 690 |
| 19. „ „ . . | 6.2 | | 560.1 | 41.69 | 233.5 | 1050 |
| 20. „ „ . . | 6.8 | | 542.8 | 42.25 | 229.0 | 870 |
| 21. „ „ . . | 7.5 | | 504.1 | 42.40 | 213.7 | 1200 |
| 22. „ „ . . | 8.5 | | 581.3 | 42.51 | 247.0 | 720 |
| 23. „ „ . . | 8.0 | | 558.1 | 40.87 | 228.1 | 800 |
| 24. „ „ . . | 9.5 | 40.5 | 476.3 | 43.76 | 208.3 | 1050 |
| Im Mittel: | 7.0 | — 0.5 | 539.8 | 42.16 | **227.3** | 918 |
| **Hammel VIII.** | | | | | | |
| 15. Februar 1913 . . | 6.3 | 41.5 | 445.3 | 48.15 | 214.3 | 320 |
| 16. „ „ . . | 6.5 | | 429.2 | 47.22 | 202.6 | 1560 |
| 17. „ „ . . | 5.8 | | 455.8 | 47.49 | 216.1 | 710 |
| 18. „ „ . . | 5.5 | | 456.2 | 46.40 | 211.6 | 780 |
| 19. „ „ . . | 6.2 | | 511.3 | 44.91 | 229.5 | 1170 |
| 20. „ „ . . | 6.8 | | 482.7 | 45.95 | 221.5 | 460 |
| 21. „ „ . . | 7.5 | | 446.3 | 46.63 | 208.0 | 1370 |
| 22. „ „ . . | 8.5 | | 459.2 | 47.66 | 218.8 | 690 |
| 23. „ „ . . | 8.0 | | 443.8 | 47.15 | 208.9 | 990 |
| 24. „ „ . . | 9.5 | 41.0 | 499.7 | 45.63 | 227.7 | 1000 |
| Im Mittel: | 7.0 | — 0.5 | 462.9 | 46.71 | **215.9** | 905 |

Die prozentische Zusammensetzung der Kotproben war, auf Trockensubstanz berechnet, folgende:

| | Roh-protein | N-freie Extraktst. | Rohfett | Pentosane | Rohfaser | Asche |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Periode II, Winterweizenstroh.** | | | | | | |
| Hammel IX . . | 8.51 % | 31.32 % | 1.98 % | 21.51 % | 36.65 % | 9.06 % |
| „ X . . | 8.16 „ | 34.62 „ | 2.04 „ | 20.72 „ | 34.24 „ | 8.52 „ |
| **Periode III, Sommerweizenstroh.** | | | | | | |
| Hammel IX . . | 8.54 % | 33.78 % | 3.75 % | 22.36 % | 33.82 % | 9.07 % |
| „ X . . | 8.77 „ | 35.24 „ | 3.45 „ | 21.48 „ | 32.25 „ | 9.23 „ |
| **Periode IV, Haferstroh.** | | | | | | |
| Hammel VII. . | 9.12 % | 34.38 % | 2.47 % | 19.41 % | 33.59 % | 9.80 % |
| „ VIII . | 9.16 „ | 35.29 „ | 2.56 „ | 19.14 „ | 32.18 „ | 10.24 „ |
| **Periode V, Winterroggenstroh.** | | | | | | |
| Hammel VII. . | 8.08 % | 34.75 % | 1.97 % | 22.88 % | 35.91 % | 8.86 % |
| „ VIII . | 8.20 „ | 36.64 „ | 2.22 „ | 20.48 „ | 32.82 „ | 9.67 „ |
| **Periode VI, Sommerroggenstroh.** | | | | | | |
| Hammel VII. . | 8.32 % | 35.91 % | 2.17 % | 21.68 % | 33.73 % | 9.13 % |
| „ VIII . | 8.43 „ | 36.99 „ | 2.61 „ | 21.29 „ | 31.42 „ | 9.77 „ |
| **Periode VIII, Wintergerstenstroh.** | | | | | | |
| Hammel VII. . | 10.88 % | 36.45 % | 1.99 % | 19.09 % | 31.51 % | 9.50 % |
| „ VIII . | 11.02 „ | 36.99 „ | 2.22 „ | 18.35 „ | 29.22 „ | 10.61 „ |
| **Periode IX, Sommergerstenstroh.** | | | | | | |
| Hammel VII. . | 9.06 % | 34.90 % | 2.10 % | 20.08 % | 32.96 % | 10.63 % |
| „ VIII . | 9.04 „ | 35.45 „ | 2.31 „ | 19.75 „ | 31.55 „ | 11.23 „ |

Im frischen Mischkot wurden an Gesamtstickstoff bezw. Protein und in Pepsin-Salzsäure unlöslichem Stickstoff bezw. Protein gefunden:

| | Gesamt-stickstoff % | entsprech. Protein % | in Pepsin-Salzsäure unlöslich. Stickstoff % | entsprech. Protein % |
|---|---|---|---|---|
| **Periode IV.** | | | | |
| Hammel VII . . . | 1.59 | 9.97 | 0.91 | 5.70 |
| „ VIII . . | 1.57 | 9.83 | 0.91 | 5.73 |
| **Periode V.** | | | | |
| Hammel VII . . . | 1.47 | 9.23 | 0.81 | 5.12 |
| „ VIII . . | 1.44 | 9.05 | 0.81 | 5.08 |
| **Periode VI.** | | | | |
| Hammel VII . . . | 1.52 | 9.51 | 1.01 | 6.34 |
| „ VIII . . | 1.49 | 9.32 | 1.03 | 6.45 |

| | Gesamt-stickstoff % | entsprech. Protein % | in Pepsin-Salzsäure unlöslich. Stickstoff % | entsprech. Protein % |
|---|---|---|---|---|
| | | Periode VIII. | | |
| Hammel VII . . . | 1.92 | 12.02 | 1.28 | 8.02 |
| „ VIII . . | 1.95 | 12.19 | 1.31 | 8.21 |
| | | Periode IX. | | |
| Hammel VII . . . | 1.52 | 9.51 | 0.94 | 5.91 |
| „ VIII . . | 1.53 | 9.57 | 0.94 | 5.89 |

Mit Hilfe aller hier wiedergegebenen Daten lässt sich nun die Verdaulichkeit der verschiedenen Strohsorten in der nachstehend angegebenen Weise berechnen.

**Tabelle XX.**

| | Trocken-substanz g | Organ. Substanz g | Roh-protein g | N-freie Extraktst. g | Pentosane g | Rohfett (Äther-extrakt) g | Rohfaser g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Periode II (Winterweizenstroh). | | | | | | | |
| Hammel IX verzehrt: | | | | | | | |
| 300 g Wiesenheu . . . . . | 250.0 | 227.7 | 38.3 | 94.1 | 51.2 | 7.2 | 88.1 |
| 300 g Winterweizenstroh . . . | 256.0 | 248.4 | 6.7 | 120.4 | 65.7 | 2.9 | 118.4 |
| Gesamtverzehr . . . . . | 506.0 | 476.1 | 45.0 | 214.5 | 116.9 | 10.1 | 206.5 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 252.0 | 229.2 | 21.5 | 110.4 | 54.2 | 5.0 | 92.4 |
| Verdaut im ganzen . . . . . | 254.0 | 246.9 | 23.5 | 104.1 | 62.7 | 5.1 | 114.1 |
| „ vom Wiesenheu . . . | 154.6 | 145.4 | 24.9 | 53.5 | 34.8 | 3.8 | 63.1 |
| „ „ Winterweizenstroh | 99.4 | 101.5 | — 1.4 | 50.6 | 27.9 | 1.3 | 51.0 |
| Hammel X verzehrt wie Hammel IX | 506.0 | 476.1 | 45.0 | 214.5 | 116.9 | 10.1 | 206.5 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 214.1 | 220.6 | 19.7 | 113.4 | 50.0 | 4.9 | 82.6 |
| Verdaut im ganzen . . . . . | 264.9 | 255.5 | 25.3 | 101.1 | 66.9 | 5.2 | 123.9 |
| „ vom Wiesenheu . . . | 163.7 | 153.8 | 25.7 | 57.7 | 36.8 | 4.0 | 66.4 |
| „ „ Winterweizenstroh | 101.2 | 101.7 | — 0.4 | 43.4 | 30.1 | 1.2 | 57.8 |
| Periode III (Sommerweizenstroh). | | | | | | | |
| Hammel IX verzehrt: | | | | | | | |
| 300 g Wiesenheu . . . . . | 250.0 | 227.7 | 38.3 | 94.1 | 51.2 | 7.2 | 88.1 |
| 300 g Sommerweizenstroh . . . | 258.2 | 247.0 | 7.1 | 114.8 | 70.8 | 4.8 | 120.3 |
| Gesamtverzehr . . . . . | 508.2 | 474.4 | 45.4 | 208.9 | 122.0 | 12.0 | 208.4 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 235.6 | 214.2 | 20.1 | 105.6 | 52.7 | 8.8 | 79.7 |
| Verdaut im ganzen . . . . . | 272.6 | 260.5 | 25.3 | 103.3 | 69.3 | 3.2 | 128.7 |
| „ vom Wiesenheu . . . | 154.6 | 145.4 | 24.9 | 53.5 | 34.8 | 3.8 | 63.1 |
| „ „ Sommerweizenstroh | 118.0 | 115.1 | 0.4 | 49.8 | 34.5 | — 0.6 | 65.6 |
| Hammel X verzehrt wie Hammel IX | 508.2 | 474.4 | 45.4 | 208.9 | 122.0 | 12.0 | 208.4 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 227.3 | 206.3 | 19.9 | 105.3 | 48.8 | 7.8 | 73.3 |
| Verdaut im ganzen . . . . . | 280.9 | 267.9 | 25.5 | 103.7 | 73.2 | 4.2 | 135.1 |
| „ vom Wiesenheu . . . | 163.7 | 153.8 | 25.7 | 57.7 | 36.8 | 4.0 | 66.4 |
| „ „ Sommerweizenstroh | 117.2 | 114.1 | — 0.2 | 46.0 | 36.4 | 0.2 | 68.7 |

**Tabelle XXI.**

| | Trocken-substanz g | Organ. Substanz g | Roh-protein g | N-freie Extraktst. g | Pentosane g | Rohfett (Äther-extrakt) g | Rohfaser g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Periode IX (Sommergerstenstroh). | | | | | | | |
| Hammel VII verzehrt: | | | | | | | |
| 300 g Wiesenheu . . . . . | 250.0 | 227.7 | 38.3 | 94.1 | 51.2 | 7.2 | 88.1 |
| 300 g Sommergerstenstroh . . | 248.3 | 236.0 | 9.9 | 112.6 | 64.8 | 3.5 | 110.0 |
| Gesamtverzehr . . . . . | 498 3 | 463.7 | 48.2 | 206.7 | 116.0 | 10.7 | 198.1 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 227.3 | 203.1 | 20.6 | 102.9 | 45.6 | 4.8 | 74.9 |
| Verdaut im ganzen . . . . . | 271.0 | 260.6 | 27.6 | 103.8 | 70.4 | 5.9 | 123.2 |
| „ vom Wiesenheu . . . | 159.8 | 151.4 | 26.4 | 54.9 | 36.1 | 4.3 | 65.6 |
| „ „ Sommergerstenstroh | 111.2 | 109.2 | 1.2 | 48.9 | 34.3 | 1.6 | 57.6 |
| Hammel VIII verzehrt wie H. VII | 498.3 | 463.7 | 48.2 | 206.7 | 116:0 | 10.7 | 198.1 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 215.9 | 191.6 | 19.5 | 99.0 | 42.6 | 5.0 | 68.1 |
| Verdaut im ganzen . . . . . | 282.4 | 272.1 | 28.7 | 107.7 | 73.4 | 5.7 | 130.0 |
| „ vom Wiesenheu . . . | 166.7 | 153.0 | 26.8 | 55.2 | 36.0 | 4.2 | 67.3 |
| „ „ Sommergerstenstroh | 115.7 | 119.1 | 1.9 | 52.5 | 37.4 | 1.5 | 62.7 |

**Tabelle XXII.**

| | Trocken-substanz g | Organ. Substanz g | Roh-protein g | N-freie Extraktst. g | Pentosane g | Rohfett (Äther-extrakt) g | Rohfaser g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Periode VII (Sommerroggenstroh). | | | | | | | |
| Hammel VII verzehrt: | | | | | | | |
| 300 g Wiesenheu . . . . . | 250.0 | 227.7 | 38.3 | 94.1 | 51.2 | 7.2 | 88.1 |
| 300 „ Sommerroggenstroh . . . | 255.4 | 247.8 | 9.4 | 123 9 | 66.6 | 4.7 | 109.8 |
| Gesamtverzehr . . . . . | 505.4 | 475.5 | 47.7 | 218.0 | 117.8 | 11.9 | 197.9 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 231.3 | 210.2 | 19.2 | 107.9 | 50.1 | 5.0 | 78.0 |
| Verdaut im ganzen . . . . . | 274.1 | 265.3 | 28.5 | 110.1 | 67.7 | 6.9 | 119.9 |
| „ vom Wiesenheu . . . | 159.8 | 151.4 | 26.4 | 54.9 | 36.1 | 4.3 | 65.6 |
| „ „ Sommerroggenstroh | 114.3 | 113.9 | 2.1 | 55.2 | 31.6 | 2.6 | 54.3 |
| Hammel VIII verzehrt wie H. VII | 505.4 | 475.5 | 47.7 | 218.0 | 117.8 | 11.9 | 197.9 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 207.4 | 187.1 | 17.5 | 99.1 | 44.2 | 5.4 | 65.2 |
| Verdaut im ganzen . . . . . | 298.0 | 288.4 | 30.2 | 118.9 | 73.6 | 6.5 | 132.7 |
| „ vom Wiesenheu . . . | 166.7 | 153.0 | 26.8 | 55.2 | 36.0 | 4.2 | 67.3 |
| „ „ Sommerroggenstroh | 131.3 | 135.4 | 3.4 | 63.7 | 37.6 | 2.3 | 65.4 |

Noch Tabelle XXII.

| | Trocken-substanz g | Organ. Substanz g | Roh-protein g | N-freie Extraktst. g | Pentosane g | Rohfett (Äther-extrakt) g | Rohfaser g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Periode VII (Wintergerstenstroh).** | | | | | | | |
| Hammel VII verzehrt: | | | | | | | |
| 300 g Wiesenheu . . . . . | 250.0 | 227.7 | 38.3 | 94.1 | 51.2 | 7.2 | 88.1 |
| 300 „ Wintergerstenstroh . . . | 246.2 | 232.8 | 12.4 | 113.1 | 63.8 | 3.8 | 103.6 |
| Gesamtverzehr . . . . . | 496.1 | 460.5 | 50.7 | 207.2 | 115.0 | 11.0 | 191.7 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 218.0 | 197.3 | 23.7 | 100.5 | 41.6 | 4.3 | 68.7 |
| Verdaut im ganzen . . . . . | 278.2 | 263.2 | 27.0 | 106.7 | 73.4 | 6.7 | 123.0 |
| „ vom Wiesenheu . . . | 159.8 | 151.4 | 26.4 | 54.9 | 36.1 | 4.3 | 65.6 |
| „ „ Wintergerstenstroh | 118.4 | 111.8 | 0.6 | 51.8 | 37.3 | 2.4 | 57.4 |
| Hammel VIII verzehrt wie H. VII | 496.2 | 460.5 | 50.7 | 207.2 | 115.0 | 11.0 | 191.7 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 201.0 | 179.7 | 22.2 | 94.3 | 36.9 | 4.5 | 58.7 |
| Verdaut im ganzen . . . . . | 295.2 | 280.8 | 28.5 | 112.9 | 78.1 | 6.5 | 133.0 |
| „ vom Wiesenheu . . . | 166.7 | 153.0 | 26.8 | 55.2 | 36.0 | 4.2 | 67.3 |
| „ „ Wintergerstenstroh | 128.5 | 127.8 | 1.7 | 57.7 | 42.1 | 2.3 | 65.7 |

**Tabelle XXIII.**

| | Trocken-substanz g | Organ. Substanz g | Roh-protein g | N-freie Extraktst. g | Pentosane g | Rohfett (Äther-extrakt) g | Rohfaser g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Periode IV (Haferstroh).** | | | | | | | |
| Hammel VII verzehrt: | | | | | | | |
| 300 g Wiesenheu . . . . . | 250.0 | 227.7 | 38.3 | 94.1 | 51.2 | 7.2 | 88.1 |
| 300 g Haferstroh . . . . . | 242.9 | 226.6 | 8.1 | 110.2 | 63.7 | 4.2 | 104.1 |
| Gesamtverzehr . . . . . | 492.9 | 454.3 | 46.4 | 204.3 | 114.9 | 11.4 | 192.2 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 221.1 | 199.4 | 20.2 | 99.5 | 42.9 | 5.5 | 74.3 |
| Verdaut im ganzen . . . . . | 271.8 | 254.9 | 26.2 | 104.8 | 72.0 | 5.9 | 117.9 |
| „ vom Wiesenheu . . . | 159.8 | 151.4 | 26.4 | 54.9 | 36.1 | 4.3 | 65.6 |
| „ „ Haferstroh . . . | 112.0 | 103.5 | — 0.2 | 49.9 | 35.9 | 1.6 | 52.3 |
| Hammel VIII verzehrt wie H. VII | 492.9 | 454.3 | 46.4 | 204.3 | 114.9 | 11.4 | 192.2 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 204.2 | 183.3 | 18.7 | 93.6 | 39.1 | 5.2 | 65.7 |
| Verdaut im ganzen . . . . . | 288.7 | 271.0 | 27.7 | 110.7 | 75.8 | 6.2 | 126.5 |
| „ vom Wiesenheu . . . | 166.7 | 153.0 | 26.8 | 55.2 | 36.0 | 4.2 | 67.3 |
| „ „ Haferstroh . . . | 122.0 | 118.0 | 0.9 | 55.5 | 39.8 | 2.0 | 59.2 |

Noch Tabelle XXIII.

| | Trocken-substanz g | Organ. Substanz g | Roh-protein g | N-freie Extraktst. g | Pentosane g | Rohfett (Äther-extrakt) g | Rohfaser g |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Periode V (Winterroggenstroh).** | | | | | | | |
| Hammel VII verzehrt: | | | | | | | |
| 300 g Wiesenheu . . . . . | 250.0 | 227.7 | 38.3 | 94.1 | 51.2 | 7.2 | 88.1 |
| 300 g Winterroggenstroh . . . | 255.2 | 246.2 | 8.6 | 109.0 | 68.0 | 4.5 | 124.0 |
| Gesamtverzehr . . . . . | 505.2 | 473.9 | 46.9 | 203.1 | 119.2 | 11.7 | 212.1 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 242.2 | 220.7 | 19.6 | 109.4 | 55.2 | 4.7 | 87.0 |
| Verdaut im ganzen . . . . . | 263.0 | 253.2 | 27.3 | 93.7 | 64.0 | 7.0 | 125.1 |
| „ vom Wiesenheu . . . | 159.8 | 151.4 | 26.4 | 54.9 | 36.1 | 4.3 | 65.6 |
| „ „ Winterroggenstroh | 103.2 | 101.8 | 0.9 | 38.8 | 27.9 | 2.7 | 59.5 |
| Hammel VIII verzehrt wie H. VII | 505.2 | 473.9 | 46.9 | 203.1 | 119.2 | 11.7 | 212.1 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 207.9 | 187.8 | 17.1 | 97.9 | 42.6 | 4.6 | 68.2 |
| Verdaut im ganzen . . . . . | 297.3 | 286.1 | 29.8 | 105.2 | 76.6 | 7.1 | 143.9 |
| „ vom Wiesenheu . . . | 166.7 | 153.0 | 26.8 | 55.2 | 36.0 | 4.2 | 67.3 |
| „ „ Winterroggenstroh | 130.6 | 133.1 | 3.0 | 50.0 | 40.6 | 2.9 | 76.6 |

Hiernach wurden in Prozenten der einzelnen Nährstoffe verdaut:

**Tabelle XXIV.**

| | Organ. Substanz % | Roh-protein % | N-freie Extrakt-stoffe % | Pento-sane % | Rohfett % | Rohfaser % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Winterweizenstroh.** | | | | | | |
| Hammel IX . . . | 40.9 | — | 42.0 | 42.5 | 44.8 | 43.1 |
| „ X . . . | 40.9 | — | 36.0 | 45.8 | 41.4 | 48.5 |
| **Im Mittel:** | **40.9** | **—** | **39.0** | **44.2** | **43.1** | **45.8** |
| **Sommerweizenstroh.** | | | | | | |
| Hammel IX . . . | 46.6 | 5.6 | 43.4 | 48.7 | — | 48.7 |
| „ X . . . | 46.2 | — | 38.1 | 51.4 | 4.2 | 51.4 |
| **Im Mittel:** | **46.4** | **5.6** | **40.8** | **50.11** | **4.2** | **50.1** |
| **Haferstroh.** | | | | | | |
| Hammel VII . . | 45.7 | — | 45.3 | 56.4 | 38.1 | 50.2 |
| „ VIII . . | 52.1 | 11.1 | 50.4 | 62.5 | 47.6 | 56.9 |
| **Im Mittel:** | **48.9** | **11.1** | **47.8** | **59.4** | **42.8** | **53.6** |

Noch Tabelle XXIV.

| | Organ. Substanz % | Roh-protein % | N-freie Extrakt-stoffe % | Pento-sane % | Rohfett % | Rohfaser % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Winterroggenstroh.** | | | | | | |
| Hammel VII . . | 41.3 | 10.5 | 35.6 | 41.0 | 60.0 | 48.0 |
| „ VIII . . | 54.1 | 34.8 | 45.9 | 58.8 | 64.4 | 61.8 |
| **Im Mittel:** | **47.7** | **22.7** | **40.8** | **49.9** | **62.2** | **54.9** |
| **Sommerroggenstroh.** | | | | | | |
| Hammel VII . . | 46.0 | 22.3 | 44.5 | 47.4 | 55.3 | 49.5 |
| „ VIII . . | 54.6 | 41.5 | 51.4 | 56.5 | 48.9 | 59.5 |
| **Im Mittel:** | **50.3** | **31.9** | **47.9** | **51.9** | **52.1** | **54.5** |
| **Wintergerstenstroh.** | | | | | | |
| Hammel VII . . | 48.0 | 4.8 | 45.8 | 58.4 | 63.2 | 55.4 |
| „ VIII . . | 54.8 | 13.7 | 51.0 | 66.0 | 60.5 | 63.4 |
| **Im Mittel:** | **51.4** | **9.3** | **43.4** | **62.2** | **61.9** | **59.4** |
| **Sommergerstenstroh.** | | | | | | |
| Hammel VII . . | 46.3 | 12.1 | 43.4 | 52.9 | 45.7 | 52.4 |
| „ VIII . . | 50.4 | 19.1 | 46.6 | 57.7 | 42.9 | 57.0 |
| **Im Mittel:** | **48.4** | **15.6** | **45.0** | **55.3** | **44.3** | **54.7** |

Sehen wir hier aber von der Ausnutzung des Proteins gänzlich ab, dessen Verdaulichkeit bei der sehr kleinen verabfolgten Menge sich selbstverständlich nur annähernd ermitteln lässt, so finden wir zunächst nur in bezug auf die Verdaulichkeit der organischen Substanz überhaupt verhältnismässig sehr geringe, zum Teil ganz unwesentliche Unterschiede bei den hier zur Untersuchung gelangten Stroharten. Im allgemeinen aber gewinnt es den Anschein, als ob in der Tat das Sommerhalmstroh etwas besser ausgenützt wird als das Stroh vom Wintergetreide.

Eine Ausnahme machen bei den vorliegenden Versuchen nur die beiden Gerstenstrohsorten, bei welchen das Winterstroh dem Sommerstroh etwas überlegen ist. Fast genau die gleichen Verhältnisse finden wir auch bei den stickstofffreien Extraktstoffen, sowie Pentosanen und, wenn auch weniger scharf hervor-

tretend, bei der Rohfaser. Im allgemeinen sind aber bei den vorliegenden Untersuchungen die Unterschiede verhältnismässig so gering, dass man eigentlich von einem wesentlich höheren Futterwert des Sommerhalmstrohes gegenüber dem des Wintergetreides nicht sprechen kann. Auch konnten wir im Laufe unserer Versuche selbst sehr häufig beobachten, dass die Tiere das Winterstroh lieber nehmen als das der entsprechenden Sommerfrucht.

Um die hier gewonnenen Verdauungskoeffizienten mit denen früherer Untersuchungen vergleichen zu können, führen wir zunächst die Ergebnisse der letzteren kurz an.

Wiederkäuer verdauten:

| | | |
|---|---|---|
| **Haferstroh.** | | |
| Rohprotein | 19—50 % | im Mittel 40 % |
| N-freie Extraktstoffe | 33—58 „ | „ „ 47 „ |
| Rohfett | 23—51 „ | „ „ 32 „ |
| **Gerstenstroh.** | | |
| Rohprotein | 22—26 % | im Mittel 25 % |
| N-freie Extraktstoffe | 49—62 „ | „ „ 54 „ |
| Rohfett | 41—48 „ | „ „ 45 „ |
| **Weizenstroh.** | | |
| Rohprotein | 18—40 % | im Mittel 28 % |
| N-freie Extraktstoffe | 34—40 „ | „ „ 37 „ |
| Rohfett | 27—58 „ | „ „ 44 „ |
| **Roggenstroh.** | | |
| Rohprotein | 21—29 % | im Mittel 25 % |
| N-freie Extraktstoffe | 29—52 „ | „ „ 39 „ |
| Rohfett | 21—41 „ | „ „ 29 „ |

Leider sind hier nähere Angaben, ob Winter- oder Sommerfrucht, nicht gemacht worden. Vergleicht man aber die hier angegebenen Mittelzahlen mit unseren Ergebnissen, so lassen sich erhebliche Unterschiede nicht feststellen. Auch wenn man aus anderen Angaben und Zusammenstellungen noch die Rohfaser heranzieht, bewegen sich die für diesen Nährstoff von uns ermittelten Verdauungskoeffizienten durchaus in gleicher Höhe wie die der älteren Untersuchungen. Wie wir bereits eingangs erwähnten, schien es uns aber des weiteren von ganz besonderer Wichtigkeit und grossem Interesse, die Verdaulichkeitsverhältnisse für die stickstofffreien Extraktstoffe und die Rohfaser bezw.

[1]) E. Pott, Handbuch der tier. Ernährung und der landwirtsch. Futtermittel. Verlag von Paul Parey in Berlin.

die Rohzellulose und Zellulose zu verfolgen, wenn hierbei ausser den nach der Weender Methode auch die nach König sowie nach dem Cross und Bevanschen Zelluloseverfahren ermittelten Werte in Rechnung gestellt würden.

Einen Überblick hierüber geben uns die nachstehenden Zusammenstellungen von den Tabellen XXV und XXVI, von denen die erstere den Gehalt der betreffenden Strohsorten und Kotproben an obigen Bestandteilen enthält, während in Tabelle XXVI, S. 55—60 unter Zugrundelegung dieser Zahlen die entsprechenden Verdaulichkeitsverhältnisse berechnet sind.

**Tabelle XXV.**

| | Weender Methode | | Königsche Methode | | Nach König | | Reinzellulose n. Cross u. Bevan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohzellulose | Lignin | |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| **Futtermittel:** | | | | | | | |
| Wiesenheu | 35.22 | 37.65 | 28.80 | 45.07 | 25.56 | 2.72 | 34.91 |
| Winterweizen | 46.26 | 47.02 | 38.58 | 54.70 | 32.05 | 6.53 | 51.78 |
| Sommerweizen | 46.61 | 44.47 | 37.75 | 53.33 | 30.47 | 7.28 | 52.76 |
| Haferstroh | 42.84 | 45.36 | 36.93 | 51.27 | 25.01 | 11.92 | 48.94 |
| Winterroggen | 48.59 | 42.73 | 39.14 | 52.18 | 32.60 | 6.54 | 52.37 |
| Sommerroggen | 42.99 | 48.51 | 35.76 | 55.74 | 27.56 | 8.20 | 50.62 |
| Wintergerste | 42.06 | 45.95 | 36.31 | 51.70 | 28.19 | 8.12 | 47.89 |
| Sommergerste | 44.29 | 45.34 | 37.70 | 51.93 | 39.84 | 7.83 | 52.88 |
| **Kotproben:** | | | | | | | |
| Hammel IX, I. Periode | 26.07 | 42.59 | 26.73 | 41.95 | 19.29 | 7.43 | 27.97 |
| „ X, „ | 25.09 | 42.27 | 26.01 | 41.35 | 18.79 | 7.22 | 27.47 |
| „ IX, II. Periode | 36.64 | 43.80 | 34.34 | 46.11 | 26.75 | 7.58 | 34.97 |
| „ X, „ | 34.24 | 47.04 | 32.73 | 48.55 | 25.86 | 6.87 | 35.53 |
| „ IX, III. Periode | 33.82 | 44.82 | 32.14 | 46.50 | 25.66 | 6.32 | 35.10 |
| „ X, „ | 32.25 | 46.30 | 31.82 | 46.73 | 24.84 | 6.57 | 35.64 |
| „ VII, IV. Periode | 33.59 | 45.02 | 31.24 | 47.37 | 23.47 | 7.76 | 36.18 |
| „ VIII, „ | 32.18 | 45.86 | 30.80 | 47.24 | 23.59 | 7.21 | 34.48 |
| „ VII, V. Periode | 35.91 | 45.18 | 33.72 | 47.37 | 26.21 | 7.51 | 38.02 |
| „ VIII, „ | 32.82 | 47.09 | 31.11 | 48.80 | 24.22 | 6.89 | 36.18 |
| „ VII, VI. Periode | 33.73 | 46.65 | 32.15 | 48.23 | 25.03 | 7.12 | 35.91 |
| „ VIII, „ | 31.42 | 47.77 | 31.27 | 47.92 | 22.92 | 8.35 | 33.10 |
| „ VII, VII. Periode | 24.82 | 43.46 | 27.41 | 40.87 | 19.49 | 7.92 | 26.69 |
| „ VIII, „ | 23.55 | 44.64 | 26.50 | 41.69 | 18.79 | 7.71 | 25.44 |
| „ VII, VIII. Periode | 31.51 | 46.12 | 32.87 | 44.76 | 22.96 | 9.91 | 33.64 |
| „ VIII, „ | 29.22 | 46.93 | 30.67 | 45.48 | 22.62 | 8.05 | 31.10 |
| „ VII, IX. Periode | 32.96 | 45.25 | 32.06 | 46.15 | 23.62 | 8.44 | 35.75 |
| „ VIII, „ | 31.55 | 45.87 | 30.67 | 46.75 | 23.15 | 7.52 | 34.92 |

**Tabelle XXVI.**

| | Weender Methode | | Königsche Methode | | Nach König | | Reinzellulose n. Cross u. Bevan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohzellulose | Lignin | |
| | g | g | g | g | g | g | g |
| **Wiesenheu.** | | | | | | | |
| Hammel IX: | | | | | | | |
| Im Futter zugeführt . . . . | 176.1 | 188.3 | 144.0 | 225.4 | 127.8 | 13.6 | 174.6 |
| Im Kot ausgeschieden . . . . | 49.8 | 81.3 | 51.0 | 80.0 | 36.8 | 14.1 | 53.4 |
| Verdaut im ganzen: | 126.3 | 107.0 | 93.0 | 145.4 | 91.0 | — 0.5 | 121.2 |
| **Verdaut in Prozenten:** | **71.7** | **56.8** | **64.6** | **64.5** | **71.2** | — | **69.4** |
| Hammel X: | | | | | | | |
| Im Futter zugeführt . . . . | 176.1 | 188.3 | 144.0 | 225.4 | 127.8 | 13.6 | 174.6 |
| Im Kot ausgeschieden . . . . | 43.3 | 72.9 | 44.9 | 71.3 | 32.4 | 12.5 | 47.4 |
| Verdaut im ganzen: | 132 8 | 115.4 | 99.1 | 154.1 | 95.4 | 1.1 | 127.2 |
| **Verdaut in Prozenten:** | **75.4** | **61.3** | **68.8** | **68.4** | **74.6** | **8.1** | **72.9** |
| **Winterweizenstroh.** | | | | | | | |
| Hammel IX: | | | | | | | |
| Im Wiesenheu zugeführt . . . | 88.1 | 94.1 | 72.0 | 112.7 | 63.9 | 6.8 | 87.3 |
| Im Weizenstroh zugeführt . . | 118.4 | 120.3 | 98.8 | 140.0 | 82.1 | 16.7 | 132.6 |
| Verzehrt im ganzen: | 206.5 | 214.4 | 170.8 | 252.7 | 146.0 | 23.5 | 219.9 |
| Ausgeschieden im Kot: | 92.4 | 110.4 | 86.5 | 116.2 | 67.4 | 19.1 | 88.1 |
| Verdaut im ganzen: | 114.1 | 104 0 | 84.3 | 136.5 | 78.6 | 4.4 | 131.8 |
| Verdaut vom Wiesenheu: | 63.2 | 53.5 | 46.5 | 72.7 | 45.5 | — | 60.6 |
| Verdaut vom Weizenstroh: | 50.9 | 50.5 | 37.8 | 63.8 | 33.1 | — | 71.2 |
| **Verdaut vom Weizenstroh in Prozenten:** | **43.0** | **42.0** | **38.3** | **45.6** | **40.4** | **24.5** | **53.7** |
| Hammel X: | | | | | | | |
| Gesamtverzehr . . . . . | 206.5 | 214.4 | 170.8 | 252.7 | 146.0 | 23.5 | 219.9 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 82.6 | 113.4 | 78.9 | 117.1 | 62.4 | 16.6 | 85.7 |
| Verdaut im ganzen: | 123.9 | 101.0 | 91.9 | 135.6 | 83.6 | 6.9 | 134.2 |
| Verdaut vom Wiesenheu: | 66.4 | 57.7 | 49.5 | 77.1 | 47.7 | 5.5 | 63.6 |
| Verdaut vom Weizenstroh: | 57.5 | 43.3 | 42.4 | 58.5 | 35.9 | 1.4 | 70.6 |
| **Verdaut vom Weizenstroh in Prozenten:** | **48.5** | **36.0** | **42.9** | **41.8** | **43.7** | **8.4** | **53.2** |

Noch Tabelle XXVI.

| | Weender Methode | | Königsche Methode | | Nach König | | Reinzellulose u. Cross u. Bevan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohzellulose | Lignin | |
| | g | g | g | g | g | g | g |
| **Sommerweizenstroh.** | | | | | | | |
| Hammel IX: | | | | | | | |
| Im Wiesenheu zugeführt . . . | 88.1 | 94.1 | 72.0 | 112.7 | 63.9 | 6.8 | 87.3 |
| Im Weizenstroh zugeführt . . | 120.3 | 114.8 | 97.5 | 137.7 | 78.7 | 18.8 | 136.2 |
| Verzehrt im ganzen: | 208.4 | 208.9 | 169.5 | 250.4 | 142.6 | 25.6 | 223.5 |
| Ausgeschieden im Kot: | 79.7 | 105.6 | 75.7 | 109.6 | 60.5 | 14.9 | 82.7 |
| Verdaut im ganzen: | 128.7 | 103.3 | 93.8 | 140.8 | 82.1 | 10.7 | 140.8 |
| Verdaut vom Wiesenheu: | 63.2 | 53.5 | 46.5 | 72.7 | 45.5 | — | 60.6 |
| Verdaut vom Weizenstroh: | 65.5 | 49.8 | 47.3 | 68.1 | 36.6 | — | 80.2 |
| **Verdaut vom Weizenstroh in Prozenten:** | **54.5** | **43.4** | **48.5** | **49.4** | **46.5** | — | **58.9** |
| Hammel X: | | | | | | | |
| Gesamtverzehr . . . . . | 208.4 | 208.9 | 169.5 | 250.4 | 142.6 | 25.6 | 223.5 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 73.3 | 105.2 | 72.3 | 106.2 | 56.5 | 14.9 | 81.0 |
| Verdaut im ganzen: | 135.1 | 103.7 | 97.2 | 144.2 | 86.1 | 10.7 | 142.5 |
| Verdaut vom Wiesenheu: | 66.4 | 57.7 | 49.5 | 77.1 | 47.7 | 5.5 | 63.6 |
| Verdaut vom Weizenstroh: | 68.7 | 46.0 | 47.7 | 67.1 | 38.4 | 5.2 | 78.9 |
| **Verdaut vom Weizenstroh in Prozenten:** | **57.1** | **39.8** | **48.9** | **48.7** | **48.8** | **27.7** | **57.9** |
| **Haferstroh.** | | | | | | | |
| Hammel VII: | | | | | | | |
| Im Wiesenheu zugeführt . . . | 88.1 | 94.1 | 72.0 | 112.7 | 63.9 | 6.8 | 87.3 |
| Im Haferstroh zugeführt . . . | 104.1 | 110.2 | 89.7 | 124.5 | 60.8 | 29.0 | 118.9 |
| Verzehrt im ganzen: | 192.2 | 204.3 | 161.7 | 237.2 | 124.7 | 35.8 | 206.2 |
| Ausgeschieden im Kot: | 74.3 | 99.5 | 69.1 | 104.7 | 51.9 | 17.2 | 80.0 |
| Verdaut im ganzen: | 117.9 | 104.8 | 92.6 | 132.5 | 72.8 | 18.6 | 126.2 |
| Verdaut vom Wiesenheu: | 65.7 | 54.9 | 47.2 | 75.9 | 46.3 | — | 63.2 |
| Verdaut vom Haferstroh: | 52.2 | 49.9 | 45.4 | 56.6 | 26.5 | 18.6 | 63.0 |
| **Verdaut vom Haferstroh in Prozenten:** | **50.1** | **45.3** | **50.6** | **45.5** | **43.6** | **64.1** | **53.0** |

Noch Tabelle XXVI.

| | Weender Methode | | Königsche Methode | | Nach König | | Reinzellulose n. Cross u. Bevan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohzellulose | Lignin | |
| | g | g | g | g | g | g | g |
| Hammel VIII: | | | | | | | |
| Gesamtverzehr . . . . . | 192.2 | 204.3 | 161.7 | 237.2 | 124.7 | 35.8 | 206.2 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 65.7 | 93.6 | 62.9 | 96.5 | 48.2 | 14.7 | 70.4 |
| Verdaut im ganzen: | 126.5 | 110.7 | 98.8 | 140.7 | 76.5 | 21.1 | 135.8 |
| Verdaut vom Wiesenheu: | 67.2 | 54.8 | 48.6 | 75.8 | 47.3 | — | 64.9 |
| Verdaut vom Haferstroh: | 59.3 | 55.9 | 50.2 | 64.9 | 29.2 | 21.1 | 70.9 |
| **Verdaut vom Haferstroh in Prozenten:** | **56.9** | **50.7** | **56.0** | **52.1** | **48.0** | **72.7** | **59.6** |

**Winterroggenstroh.**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hammel VII: | | | | | | | |
| Im Wiesenheu zugeführt . . . | 88.1 | 94.1 | 72.0 | 112.7 | 63.9 | 6.8 | 87.3 |
| Im Roggenstroh zugeführt . . | 124.0 | 109.0 | 99.9 | 133.2 | 83.2 | 16.7 | 133.6 |
| Verzehrt im ganzen: | 212.1 | 203.1 | 171.9 | 245.9 | 147.1 | 23.5 | 220.9 |
| Ausgeschieden im Kot: | 87.0 | 109.4 | 81.7 | 114.7 | 63.5 | 18.2 | 92.1 |
| Verdaut im ganzen: | 125.1 | 93.7 | 90.2 | 131.2 | 83.6 | 5.3 | 128.8 |
| Verdaut vom Wiesenheu: | 65.7 | 54.9 | 47.2 | 75.9 | 46.3 | — | 63.2 |
| Verdaut vom Roggenstroh: | 59.4 | 38.8 | 43.0 | 55.3 | 37.3 | 5.3 | 65.6 |
| **Verdaut vom Roggenstroh in Prozenten:** | **47.9** | **35.6** | **43.0** | **41.5** | **44.8** | **31.7** | **49.1** |
| Hammel VIII: | | | | | | | |
| Gesamtverzehr . . . . . | 212.1 | 203.1 | 171.9 | 245.9 | 147.1 | 23.5 | 220.9 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 68.2 | 97.9 | 64.7 | 101.5 | 50.4 | 14.3 | 75.2 |
| Verdaut im ganzen: | 143.9 | 105.2 | 107.2 | 144.4 | 96.7 | 9.2 | 145.7 |
| Verdaut vom Wiesenheu: | 67.2 | 54.8 | 48.6 | 75.8 | 47.3 | — | 77.8 |
| Verdaut vom Roggenstroh: | 76.7 | 50.4 | 58.6 | 68.6 | 49.4 | 9.2 | 67.9 |
| **Verdaut vom Roggenstroh in Prozenten:** | **61.8** | **46.2** | **58.7** | **51.5** | **59.4** | **55.1** | **50.8** |

Noch Tabelle XXVI.

| | Weender Methode | | Königsche Methode | | Nach König | | Reinzellulose n. Cross u. Bevan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohzellulose | Lignin | |
| | gg | gg | gg | gg | gg | gg | gg |
| **Sommerroggenstroh.** | | | | | | | |
| Hammel VII: | | | | | | | |
| Im Wiesenheu zugeführt . . . | 88.1 | 94.1 | 72.0 | 112.7 | 63.9 | 6.8 | 87.3 |
| Im Roggenstroh zugeführt . . | 109.8 | 123.9 | 91.3 | 142.4 | 70.4 | 20.9 | 129.3 |
| Verzehrt im ganzen: | 197.9 | 218.0 | 163.3 | 255.1 | 134.3 | 27.7 | 216.6 |
| Ausgeschieden im Kot: | 78.0 | 107.9 | 74.4 | 111.6 | 57.9 | 16.5 | 83.1 |
| Verdaut im ganzen: | 119.9 | 110.1 | 88.9 | 143.5 | 76.4 | 11.2 | 133.5 |
| Verdaut vom Wiesenheu: | 65.7 | 54.9 | 47.2 | 75.9 | 46.3 | — | 63.2 |
| Verdaut vom Roggenstroh: | 54.2 | 55.2 | 41.7 | 67.6 | 30.1 | 11.2 | 70.3 |
| **Verdaut vom Roggenstroh in Prozenten:** | **49.4** | **44.5** | **45.7** | **47.5** | **42.8** | **53.6** | **54.4** |
| Hammel VIII: | | | | | | | |
| Gesamtverzehr . . . . . | 197.9 | 218.0 | 163.3 | 255.1 | 134.3 | 27.7 | 216.6 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 65.2 | 99.1 | 64.9 | 99.4 | 47.5 | 17.3 | 68.6 |
| Verdaut im ganzen: | 132.7 | 118.9 | 98.4 | 155.7 | 86.8 | 10.4 | 148.0 |
| Verdaut vom Wiesenheu: | 67.2 | 54.8 | 48.6 | 75.8 | 47.3 | — | 77.8 |
| Verdaut vom Roggenstroh: | 65.5 | 64.1 | 49.8 | 79.9 | 29.5 | 10.4 | 70.2 |
| **Verdaut vom Roggenstroh in Prozenten:** | **59.6** | **51.7** | **54.5** | **56.1** | **56.1** | **49.8** | **54.3** |
| **Wiesenheu.** | | | | | | | |
| Hammel VII: | | | | | | | |
| Im Futter zugeführt . . . . | 176.1 | 188.3 | 144.0 | 225.4 | 127.8 | 13.6 | 174.6 |
| Im Kot ausgeschieden . . . . | 44.8 | 78.4 | 49.5 | 73.7 | 35.2 | 14.3 | 48.2 |
| Verdaut im ganzen: | 131.3 | 109.9 | 94.5 | 151.7 | 92.6 | — 0.7 | 126.4 |
| **Verdaut in Prozenten:** | **74.6** | **58.4** | **65.6** | **67.3** | **72.5** | — | **72.4** |
| Hammel VIII: | | | | | | | |
| Im Futter zugeführt . . . . | 176.1 | 188.3 | 144.0 | 225.4 | 127.8 | 13.6 | 174.6 |
| Im Kot ausgeschieden . . . . | 41.6 | 78.8 | 46.8 | 73.6 | 33.2 | 13.6 | 44.9 |
| Verdaut im ganzen: | 134.5 | 109.5 | 97.2 | 151.8 | 94.6 | — | 129.7 |
| **Verdaut in Prozenten:** | **76.4** | **58.2** | **67.5** | **67.3** | **74.0** | — | **74.3** |

Noch Tabelle XXVI.

| | Weender Methode | | Königsche Methode | | Nach König | | Reinzellulose n. Cross u. Bevan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohzellulose | Lignin | |
| | g | g | g | g | g | g | g |
| **Wintergerstenstroh.** | | | | | | | |
| Hammel VII: | | | | | | | |
| Im Wiesenheu zugeführt . . . | 88.1 | 94.1 | 72.0 | 112.7 | 63.9 | 6.8 | 87.3 |
| Im Gerstenstroh zugeführt . . | 103.6 | 113.1 | 89.4 | 127.3 | 69.4 | 20.0 | 117.9 |
| Verzehrt im ganzen: | 191.7 | 207.2 | 161.4 | 240.0 | 133.3 | 26.8 | 205.2 |
| Ausgeschieden im Kot: | 68.7 | 100.5 | 71.7 | 97.6 | 50.1 | 21.6 | 73.3 |
| Verdaut im ganzen: | 123.0 | 106.7 | 89.7 | 142.4 | 83.2 | 5.2 | 131.9 |
| Verdaut vom Wiesenheu: | 65.7 | 54.9 | 47.2 | 75.9 | 46.3 | — | 63.2 |
| Verdaut vom Gerstenstroh: | 57.3 | 51.8 | 42.5 | 66.5 | 36.9 | 5.2 | 68.7 |
| **Verdaut vom Gerstenstroh in Prozenten:** | **55.3** | **45.8** | **47.5** | **52.2** | **53.2** | **26.0** | **58.3** |
| Hammel VIII: | | | | | | | |
| Gesamtverzehr . . . . . | 191.7 | 207.2 | 161.4 | 240.0 | 133.3 | 26.8 | 205.2 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 58.7 | 94.3 | 61.7 | 91.4 | 45.5 | 16.2 | 62.5 |
| Verdaut im ganzen: | 133.0 | 112.9 | 99.7 | 148.6 | 87.8 | 10.6 | 142.7 |
| Verdaut vom Wiesenheu: | 67.2 | 54.8 | 48.6 | 75.8 | 47.3 | — | 64.9 |
| Verdaut vom Gerstenstroh: | 65.8 | 58.1 | 51.1 | 72.8 | 40.5 | 10.6 | 77.8 |
| **Verdaut vom Gerstenstroh in Prozenten:** | **63.5** | **51.4** | **57.2** | **57.2** | **58.4** | **50.3** | **66.0** |
| **Sommergerstenstroh.** | | | | | | | |
| Hammel VII: | | | | | | | |
| Im Wiesenheu zugeführt . . . | 88.1 | 94.1 | 72.0 | 112.7 | 63.9 | 6.8 | 87.3 |
| Im Gerstenstroh zugeführt . . | 110.0 | 112.6 | 93.6 | 128.9 | 74.1 | 19.4 | 131.3 |
| Verzehrt im ganzen: | 198.1 | 206.7 | 165.6 | 241.6 | 138.0 | 26.2 | 218.6 |
| Ausgeschieden im Kot: | 74.9 | 102.9 | 72.9 | 104.9 | 53.7 | 19.2 | 81.3 |
| Verdaut im ganzen: | 123.2 | 103.8 | 92.7 | 136.7 | 84.3 | 7.0 | 137.3 |
| Verdaut vom Wiesenheu: | 65.7 | 54.9 | 47.2 | 75.9 | 46.3 | — | 63.2 |
| Verdaut vom Gerstenstroh: | 57.5 | 48.9 | 45.5 | 60.8 | 38.0 | 7.0 | 74.1 |
| **Verdaut vom Gerstenstroh in Prozenten:** | **52.4** | **43.4** | **48.6** | **47.2** | **51.3** | **36.1** | **6.4** |

Noch Tabelle XXVI.

| | Weender Methode | | Königsche Methode | | Nach König | | Reinzellulose n. Cross u. Bevan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohzellulose | Lignin | |
| | g | g | g | g | g | g | g |
| Hammel VIII: | | | | | | | |
| Gesamtverzehr . . . . . | 198.1 | 206.7 | 165.6 | 241.6 | 138.0 | 26.2 | 218.6 |
| Ausgeschieden im Kot . . . . | 68.1 | 99.0 | 66.2 | 100.9 | 50.0 | 16.2 | 75.4 |
| Verdaut im ganzen: | 130.0 | 107.7 | 99.4 | 140.7 | 88.0 | 10.0 | 143.2 |
| Verdaut vom Wiesenheu: | 67.2 | 54.8 | 48.6 | 75.8 | 47.3 | — | 64.9 |
| Verdaut vom Gerstenstroh: | 62.8 | 52.9 | 50.8 | 64.9 | 40.7 | 10.0 | 78.3 |
| **Verdaut vom Gerstenstroh in Prozenten:** | **57.0** | **46.9** | **54.3** | **50.3** | **54.9** | **51.5** | **59.6** |

Aus der Zusammenstellung der für Weender und Königsche Rohfaser erhaltenen Zahlen und der mit Hilfe dieser berechneten Werte für die stickstofffreien Extraktstoffe ergibt sich nun, dass entsprechend der niedrigen Rohfaserausbeute nach dem Königschen Verfahren auf der anderen Seite ein höherer Gehalt an stickstofffreien Extraktstoffen vorhanden ist.

Und demgemäss gestalten sich auch analog die Verdaulichkeitsverhältnisse für Rohfaser und stickstofffreie Extraktstoffe. Setzt man die Weender Rohfaser in die Analyse ein, so erhält man eine höhere Verdaulichkeit dieser und eine geringere der stickstofffreien Extraktstoffe. Ganz auffällig ist dagegen, dass man unter Zugrundelegung der nach dem Königschen Verfahren ermittelten Rohfasermengen fast genau die gleichen Verdauungskoeffizienten sowohl für die Rohfaser, als auch für die stickstofffreien Extraktstoffe erhält. Diese Übereinstimmung ist mit Ausnahme von wenigen Fällen, in denen die Tiere an und für sich schon nicht besonders gut übereingearbeitet haben, eine ganz verblüffende.

Die Unterschiede bezüglich der Verdaulichkeit der Rohfaser, je nachdem man die Weender oder die Königsche Rohfasermethode zugrunde legt, sind ja insofern auch ohne weiteres

verständlich, weil die Weender Rohfaser noch Pentosane in sich schliesst, die Königsche Rohfaser dagegen so gut wie pentosanfrei ist. So fanden wir, wie bereits oben angegeben, an Pentosanen in der Rohfaser:

| | Haferstroh | Sommer-weizenstroh | Winter-weizenstroh |
|---|---|---|---|
| Weender Rohfaser. . . | 15.92 % | 17.45 % | 17.72 % |
| Königsche Rohfaser . . | 2.09 „ | 1.87 „ | 2.32 „ |

Mit Hilfe dieser Zahlen und da wir ja sowohl die Verdaulichkeit der Weender wie der Königschen Rohfaser als auch die der Pentosane kennen, sind wir in der Lage, festzustellen, ob wir in bezug auf die Verdaulichkeit der Rohfaser eine bessere Übereinstimmung erzielen, wenn wir von der nach der Weender Methode gewonnenen verdauten Rohfaser den auf die Pentosane entfallenden verdaulichen Anteil in Abzug bringen. Wir würden also, um dies an einem Beispiel zu erläutern, folgendermassen zu verfahren haben: 100 Teile Haferstrohfaser enthalten 15.92 Pentosane, erstere ist nach unseren Untersuchungen zu 53.6 %, letztere zu 59.4 % verdaulich. Unter dieser Voraussetzung und in der Annahme, dass wir es hier wirklich mit Pentosanen und nicht mit furfurolliefernden Substanzen überhaupt zu tun haben, würden demgemäss von den in Strohrohfaser enthaltenen 15.92 Teilen Pentosane 9.1 Teile verdaulich sein. Es würde sich also ergeben:

| | |
|---|---|
| Von 100 Teilen Haferstrohrohfaser sind verdaulich . . . . | 53.6 Teile, |
| davon ab für die hierin enthaltenen verdaulichen Pentosane . | 9.1 „ |
| bleiben | 44.5 Teile. |

Dagegen hat sich die Königsche Rohfaser als zu 53.3 % verdaulich erwiesen. Und dieses Resultat wird so gut wie nicht verändert, wenn wir noch die geringe auch in der Königschen Rohfaser enthaltene Pentosanmenge in Abzug bringen.

In ungefähr ähnlicher Weise gestalten sich die Verhältnisse auch für das Sommer- und Winterweizenstroh.

| | Sommer-weizenstroh | Winter-weizenstroh |
|---|---|---|
| Königsche Rohfaser . . . . . | 48.7 | 40.6 |
| Weender Rohfaser nach Abzug der Pentosane . | 41.4 | 38.0 |

Auch hier ist, wenigstens beim Sommerweizenstroh, die Differenz eine viel zu erhebliche, als dass man sagen könnte, die

für Rohfaser gewonnenen Verdauungskoeffizienten geben sowohl nach der KÖNIGschen als auch nach der Weender Methode übereinstimmende Resultate, wenn man die in der Weender Rohfaser noch enthaltenen Pentosane in Abzug bringt.

Dagegen erscheinen zwischen der Verdaulichkeit der Weender Rohfaser und der sog. Rohzellulose (Reinzellulose + Kutin) nach KÖNIG bestimmte Beziehungen zu bestehen, wenigstens liegen die hierfür gefundenen Werte in den meisten Fällen so nahe beieinander, dass sie innerhalb der für derartige Versuche bestehenden Fehlergrenzen fallen.

Die nach CROSS und BEVAN ermittelte Zellulose ist im Wiesenheu ziemlich hoch, nämlich im Durchschnitt der vier Versuchstiere zu rund 72 % ausgenutzt. Die Verdaulichkeit der Reinzellulose bei den verschiedenen Stroharten schwankt in ihren extremsten Fällen zwischen 49 und 60 %, im Durchschnitt von je zwei Tieren zwischen 50 und 62 %.

Die hier geschilderten Verhältnisse dürften am besten und ehesten ersichtlich sein, wenn man die im Durchschnitt von zwei Tieren aus einem Versuch gewonnenen Zahlen zusammenstellt.

| | Weender Methode | | Königsche Methode | | Nach König | | Reinzellulose n. Cross u. Bevan |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohfaser | N-freie Extraktst. | Rohzellulose | Lignin | |
| | % | % | % | % | % | % | % |
| I. Per. Wiesenheu . . . . | 73.6 | 59.1 | 66.7 | 66.5 | 72.9 | 8.1[1] | 71.2 |
| II. „ Winterweizenstroh . | 45.8 | 39.0 | 40.6 | 43.7 | 42.1 | 16.5 | 53.5 |
| III. „ Sommerweizenstroh . | 55.8 | 41.6 | 48.7 | 49.1 | 47.7 | 13.9 | 58.4 |
| IV. „ Haferstroh . . . . | 53.6 | 48.0 | 53 3 | 48.8 | 45.8 | 68.4 | 56.3 |
| V. „ Winterroggenstroh . | 54.8 | 40.9 | 45.9 | 46.5 | 52.1 | 43.4 | 50.0 |
| VI. „ Sommerroggenstroh . | 54.5 | 48.1 | 50.1 | 51.8 | 49.5 | 51.7 | 54.0 |
| VII. „ Wiesenheu . . . . | 75.5 | 58.3 | 66.6 | 67.3 | 73.3 | — | 73.4 |
| VIII. „ Wintergerstenstroh . | 59.4 | 48.6 | 52.4 | 54.7 | 55.8 | 38.4 | 62.1 |
| IX. „ Sommergerstenstroh . | 54.7 | 45.1 | 51.5 | 48.8 | 53.1 | 43.8 | 58.0 |

In bezug auf das Lignin ergeben sich ziemliche Ungleichheiten. Vom Lignin des Wiesenheues ist entweder überhaupt nichts oder nur so wenig verdaut worden, dass die gefundenen

[1]) Verdaut vom Hammel X.

Werte in die Fehlergrenze fallen, namentlich wenn man die verhältnismässig gering verfütterten Ligninmengen berücksichtigt.

Grösser ist die Verdaulichkeit bei den verschiedenen Strohsorten und zwar im allgemeinen am höchsten bei dem Sommergetreide. Jedoch lassen sich bei der von uns schon früher gekennzeichneten Unsicherheit der Bestimmung des Lignins nach KÖNIG hieraus irgend welche Schlussfolgerungen wohl kaum ziehen.

Die höhere Verdaulichkeit der Rohfaser bei Zugrundelegung der Weender Methode ist eben in erster Linie darauf zurückzuführen, dass in diese noch eine wesentliche Menge von Pentosanen einbegriffen ist.

2. Versuche mit Cruciferen- und Leguminosenstroh.

Als Versuchstiere dienten zwei ca. $3^1/_2$jährige Hammel der Rambouillet-Rasse. Da bei diesen Stroharten z. T. noch mehr als beim Getreidestroh zu befürchten war, dass die Tiere das Stroh als solches allein nicht oder wenigstens nicht vollständig aufnehmen würden, so wurde ein schmackhaftes Grundfutter, bestehend aus Wiesenheu, Melasseschnitzel und Sojamehl, verabfolgt, welches für alle Versuche gleichzeitig ausgewogen wurde. Nur für Hammel II in der Grundfutterperiode und für Hammel I in der Periode mit Erbsenstroh musste es von neuem ausgewogen werden, da in beiden Versuchsreihen diese Perioden mit den betreffenden Tieren wiederholt werden mussten.

Was nun zunächst die Verdaulichkeit des Cruciferenstrohes, in vorliegendem Falle solches von Raps und Rübsen anbetrifft, so sind mit diesen Ausnutzungsversuche überhaupt noch nicht vorgenommen worden. Im allgemeinen ist man geneigt, sie bezüglich ihres Nährwertes mit Sommerhalmstroh auf eine Stufe zu stellen. Für die Zusammensetzung dieser beiden Stroharten gibt E. POTT[1]) folgende Zahlen an:

Rapsstroh.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Trockensubstanz . . | 78.5—87.8 % | im Mittel | 84.7 % |
| Stickstoffhaltige Stoffe | 2.3— 4.6 „ | „ „ | 3.6 „ |
| Rohfett . . . . . | 1.0— 5.7 „ | „ „ | 2.7 „ |
| N-freie Extraktstoffe . | 31.3—38.6 „ | „ „ | 35.3 „ |

[1]) Handbuch der tierischen Ernährung und der landwirtschaftlichen Futtermittel, Bd. II, Verlag von Paul Parey in Berlin.

Rübsenstroh.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Trockensubstanz . . | 88.0—93.0 % | im | Mittel | 90.3 %. |
| Stickstoffhaltige Stoffe | 2.9—12.6 „ | „ | „ | 5.8 „ (Eiweiss) |
| Rohfett . . . . . | 1.4— 2.3 „ | „ | „ | 1.8 „ |
| N-freie Extraktstoffe . | 32.8—48.5 „ | „ | „ | 38.3 „ |

Rapsstroh.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Rohfaser . . . . . | 27.6—51.8 % | im | Mittel | 36.2 %. |
| Asche . . . . . | — | „ | „ | 6.3 „ |

Rübsenstroh.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Rohfaser . . . . . | 34.3—52.1 % | im | Mittel | 41.8 %. |
| Asche . . . . . | — | „ | „ | 3.9 „ |

Vom Erbsenstroh waren nach Untersuchungen von Emil v. Wolff, vom Lupinenstroh nach solchen von Heidepriem, verdaulich:

| | Erbsenstroh | Lupinenstroh |
|---|---|---|
| Organische Substanz . . . . . | 59 % | 55 % |
| Rohprotein . . . . . | 60 „ | 38 „ |
| Rohfett (Ätherextrakt) . . . . . | 46 „ | 30 „ |
| N-freie Extraktstoffe . . . . . | 64 „ | 65 „ |
| Rohfaser . . . . . | 52 „ | 51 „ |

Im Erbsenstroh erblickte man bislang ein als Futtermittel verhältnismässig wertvolles Stroh, während man das Lupinenstroh von allen Leguminosenstrohsorten als das am schwersten verdauliche ansah. In bezug auf die chemische Zusammensetzung ergibt ein Vergleich der Pottschen Angaben mit den Ergebnissen unserer Untersuchungen wiederum eine annähernde Übereinstimmung, allerdings mit Ausnahme der Rohfaser, die auch diesmal bei uns wesentlich höher liegt. Wir lassen nunmehr die Ergebnisse unserer Ausnutzungsversuche folgen. Über den täglichen Wasserkonsum, Stalltemperatur, Kotausscheidung usw. geben zunächst die nachstehenden Tabellen Auskunft.

Es folgen dann die üblichen tabellarischen Zusammenstellungen über Futterrationen, Zusammensetzung der Futtermittel und Kotproben, Zusammensetzung der verschiedenen Futterrationen und dergleichen mehr.

**Tabelle XXVII.**

Hammel I und II, Periode X, 200 g Wiesenheu, 200 g Melasseschnitzel, 150 g Sojamehl und 450 g Rapsstroh.

| Datum | Stalltemperatur °C. | Lebendgewicht kg | Kot aus dem Sammelbeutel frisch g | Kot aus dem Sammelbeutel Tr.-S. % | Gesamtmenge der Tr.-S. im Kot g | Tränkwasser g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hammel I.** | | | | | | |
| 31. März 1913 . . . | 10.6 | 50.0 | 808.7 | 42.82 | 346.3 | 1130 |
| 1. April 1913 . . . | 11.8 | | 814.0 | 42.98 | 349.9 | 1520 |
| 2. „ „ . . . | 12.5 | | 823.7 | 41.37 | 340.8 | 1830 |
| 3. „ „ . . . | 11.6 | | 814.0 | 41.98 | 341.7 | 1320 |
| 4. „ „ . . . | 10.8 | | 757.7 | 41.12 | 311.6 | 1510 |
| 5. „ „ . . . | 9.8 | | 913.0 | 40.82 | 372.7 | 1380 |
| 6. „ „ . . . | 9.6 | | 854.7 | 40.62 | 347.2 | 1500 |
| 7. „ „ . . . | 9.0 | | 847.5 | 40.42 | 342.6 | 1500 |
| 8. „ „ . . . | 9.0 | | 880.7 | 40.87 | 359.9 | 1740 |
| 9. „ „ . . . | 8.8 | 51.0 | 903.0 | 41.07 | 370.9 | 1600 |
| Im Mittel: | 10.3 | + 1.0 | 841.7 | 41.39 | **348.4** | 1503 |
| **Hammel II.** | | | | | | |
| 31. März 1913 . . . | 10.6 | 50.5 | 1150.0 | 32.56 | 374.4 | 1500 |
| 1. April 1913 . . . | 11.8 | | 1077.5 | 32.72 | 352.6 | 1650 |
| 2. „ „ . . . | 12.5 | | 986.0 | 34.93 | 344.4 | 1790 |
| 3. „ „ . . . | 11.6 | | 1112.5 | 31.69 | 352.6 | 1485 |
| 4. „ „ . . . | 10.8 | | 1052.0 | 31.35 | 329.8 | 1790 |
| 5. „ „ . . . | 9.8 | | 1220.5 | 30.38 | 370.8 | 1590 |
| 6. „ „ . . . | 9.6 | | 1115.0 | 31.45 | 350.7 | 1590 |
| 7. „ „ . . . | 9.0 | | 1054.0 | 32.93 | 347.1 | 1770 |
| 8. „ „ . . . | 9.0 | | 978.0 | 35.40 | 346.2 | 1880 |
| 9. „ „ . . . | 8.8 | 50.0 | 1037.6 | 35.73 | 370.8 | 1650 |
| Im Mittel: | 10.3 | — 0.5 | 1078.3 | 32.82 | **353.9** | 1669 |

Hammel I und II, Periode XI, 200 g Wiesenheu, 200 g Melasseschnitzel, 150 g Sojamehl und 450 g Rübsenstroh.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hammel I.** | | | | | | |
| 15. April 1913 . . . | 5.5 | 50.5 | 723.2 | 46.18 | 334.0 | 1550 |
| 16. „ „ . . . | 6.0 | | 703.0 | 46.23 | 325.0 | 1680 |
| 17. „ „ . . . | 6.8 | | 674.7 | 47.09 | 317.7 | 1640 |
| 18. „ „ . . . | 7.8 | | 713.0 | 46.97 | 334.9 | 1350 |
| 19. „ „ . . . | 8.3 | | 727.7 | 47.39 | 344.9 | 1720 |
| 20. „ „ . . . | 8.8 | | 719.0 | 46.08 | 331.3 | 1785 |
| 21. „ „ . . . | 9.3 | | 726.2 | 46.75 | 339.5 | 1130 |
| 22. „ „ . . . | 9.8 | | 750.2 | 45.49 | 341.3 | 1600 |
| 23. „ „ . . . | 10.0 | | 813.7 | 44.39 | 361.2 | 1780 |
| 24. „ „ . . . | 10.1 | 50.0 | 813.5 | 42.06 | 342.2 | 1550 |
| Im Mittel: | 8.2 | — 0.5 | 736.4 | 45.79 | **337 2** | 1578.5 |

Noch Tabelle XXVII.

| Datum | Stalltemperatur °C. | Lebendgewicht kg | Kot aus dem Sammelbeutel frisch g | Kot aus dem Sammelbeutel Tr.-S. % | Gesamtmenge der Tr.-S. im Kot g | Tränkwasser g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hammel II.** | | | | | | |
| 15. April 1913 | 5.5 | 50.5 | 943.5 | 37.17 | 350.7 | 1685 |
| 16. „ „ | 6.0 | | 882.5 | 35.84 | 316.3 | 1690 |
| 17. „ „ | 6.8 | | 969.0 | 36.47 | 353.4 | 1450 |
| 18. „ „ | 7.8 | | 939.5 | 35.78 | 336.2 | 1980 |
| 19. „ „ | 8.3 | | 962.1 | 36.08 | 347.1 | 1690 |
| 20. „ „ | 8.8 | | 1048.5 | 33.27 | 348.9 | 1580 |
| 21. „ „ | 9.3 | | 929.0 | 35.11 | 326.2 | 1640 |
| 22. „ „ | 9.8 | | 915.5 | 36.33 | 332.6 | 1690 |
| 23. „ „ | 10.0 | | 894.0 | 36.39 | 325.3 | 1860 |
| 24. „ „ | 10.1 | 50.5 | 850.5 | 38.79 | 329.9 | 1740 |
| Im Mittel: | 8 2 | ± 0.0 | 933.4 | 36.07 | 336.7 | 1700.5 |

Hammel I und II, Periode XII, 400 g Heu, 400 g Melasseschnitzel und 300 g Sojamehl.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hammel I.** | | | | | | |
| 1. Mai 1913 | 20.6 | 52.0 | 589.7 | 38.02 | 224.2 | 2380 |
| 2. „ „ | 19.1 | | 551.0 | 42.30 | 233.1 | 2670 |
| 3. „ „ | 16.5 | | 461.7 | 45.31 | 209.2 | 2330 |
| 4. „ „ | 15.0 | | 472.1 | 43.00 | 203.0 | 2440 |
| 5. „ „ | 14.0 | | 502.7 | 43.19 | 217.1 | 2560 |
| 6. „ „ | 12.5 | | 537.0 | 40.60 | 218.0 | 2180 |
| 7. „ „ | 12.5 | | 476.2 | 42.44 | 202.1 | 2350 |
| 8. „ „ | 12.0 | | 440.0 | 44.11 | 194.1 | 1850 |
| 9. „ „ | 12.1 | | 530.7 | 42.08 | 223.3 | 2290 |
| 10. „ „ | 12.5 | 51.5 | 466.0 | 41.85 | 195.0 | 1900 |
| Im Mittel: | 14.6 | — 0.5 | 502.7 | 42.15 | 211.9 | 2295 |
| **Hammel II.** | | | | | | |
| 20. Juni 1913 | 18.1 | 52.0 | 609.0 | 40.61 | 247.3 | 2785 |
| 21. „ „ | 18.8 | | 549.5 | 41.78 | 229.6 | 2620 |
| 22. „ „ | 19.0 | | 530.0 | 42.32 | 224.3 | 2850 |
| 23. „ „ | 19.0 | | 499.5 | 42.58 | 212.7 | 2760 |
| 24. „ „ | 18.6 | | 508.0 | 41.71 | 211.9 | 2730 |
| 25. „ „ | 18.0 | | 525.5 | 43.52 | 228.7 | 2960 |
| 26. „ „ | 17.1 | | 492.0 | 43.60 | 214.5 | 2640 |
| 27. „ „ | 15.8 | | 504.8 | 41.08 | 207.4 | 2790 |
| 28. „ „ | 15.3 | | 588 0 | 42.06 | 247 3 | 2530 |
| 29. „ „ | 15.0 | 52.0 | 570.5 | 40.40 | 230 5 | 2580 |
| Im Mittel: | 17.4 | ± 0.0 | 537.6 | 41.93 | 225.4 | 2724.5 |

Noch Tabelle XXVII.

Hammel I und II, Periode XIII, 200 g Wiesenheu, 200 g Melasseschnitzel, 150 g Sojamehl und 450 g Erbsenstroh I.

| Datum | Stalltemperatur °C. | Lebendgewicht kg | Kot aus dem Sammelbeutel frisch g | Kot aus dem Sammelbeutel Tr.-S. % | Gesamtmenge der Tr.-S im Kot g | Tränkwasser g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hammel I.** | | | | | | |
| 20. Juni 1913 | 18.1 | 51.5 | 925.7 | 39.33 | 364.1 | 2190 |
| 21. „ „ | 19.0 | | 844.0 | 38.48 | 324.9 | 2350 |
| 22. „ „ | 16.5 | | 908.7 | 39.87 | 362.3 | 2270 |
| 23. „ „ | 19.0 | | 874.0 | 39.52 | 345.4 | 2250 |
| 24. „ „ | 18.3 | | 882.7 | 39.33 | 347.2 | 2230 |
| 25. „ „ | 18.0 | | 820.0 | 38.54 | 316.0 | 2290 |
| 26. „ „ | 17.1 | | 854.7 | 38.84 | 332.0 | 2200 |
| 27. „ „ | 15.8 | | 856.4 | 39.91 | 341.8 | 2000 |
| 28. „ „ | 15.3 | | 817.7 | 40.60 | 332.0 | 1910 |
| 29. „ „ | 15.0 | 52.0 | 810.0 | 42.31 | 342.7 | 1930 |
| Im Mittel: | 17.2 | + 0.5 | 859.3 | 39.66 | **340.8** | 2162 |
| **Hammel II.** | | | | | | |
| 18. Mai 1913 | 13.6 | 52.5 | 1183.0 | 30.62 | 362.2 | 2225 |
| 19. „ „ | 13.5 | | 1144.5 | 29.39 | 336.4 | 1840 |
| 20. „ „ | 13.3 | | 1050.5 | 29.91 | 314.2 | 2200 |
| 21. „ „ | 14.3 | | 1093.5 | 28.16 | 307.9 | 2130 |
| 22. „ „ | 15.3 | | 991.0 | 33.05 | 327.5 | 2040 |
| 23. „ „ | 15.3 | | 974.5 | 32.51 | 316.8 | 2175 |
| 24. „ „ | 14.8 | | 969.0 | 33.25 | 322.2 | 2000 |
| 25. „ „ | 14.8 | | 975.0 | 33.23 | 324.0 | 1940 |
| 26. „ „ | 16.1 | | 942.0 | 32.60 | 307.1 | 1940 |
| 27. „ „ | 16.1 | 52.0 | 933.0 | 33.58 | 313.3 | 2300 |
| Im Mittel: | 14.7 | — 0.5 | 1025.6 | 31.51 | **323.2** | 2079 |

Hammel I und II, Periode XIV, 200 g Wiesenheu, 200 g Melasseschnitzel, 150 g Sojamehl und 450 g Lupinenstroh.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Hammel I.** | | | | | | |
| 3. Juni 1913 | 19.3 | 52.5 | 804.7 | 42.85 | 344.8 | 1760 |
| 4. „ „ | 19.5 | | 738.3 | 43.18 | 318.8 | 2250 |
| 5. „ „ | 20.0 | | 692.7 | 44.59 | 308.9 | 2200 |
| 6. „ „ | 19.3 | | 696.7 | 45.11 | 314.3 | 1970 |
| 7. „ „ | 18.3 | | 749.7 | 43.83 | 328.6 | 2120 |
| 8. „ „ | 18.5 | | 784.0 | 43.52 | 341.2 | 2160 |
| 9. „ „ | 17.5 | | 771.7 | 43.75 | 337.6 | 1900 |
| 10. „ „ | 15.5 | | 703.0 | 44.71 | 314.3 | 1800 |
| 11. „ „ | 15.1 | | 787.7 | 44.00 | 346.6 | 1990 |
| 12. „ „ | 14.1 | 52.5 | 828.0 | 43.26 | 358.2 | 1840 |
| Im Mittel: | 17.7 | ± 0.0 | 755.6 | 43.85 | **331.3** | 1999 |

Noch Tabelle XXVII.

| Datum | Stalltemperatur °C. | Lebendgewicht kg | Kot aus dem Sammelbeutel frisch g | Kot aus dem Sammelbeutel Tr.-S. % | Gesamtmenge der Tr.-S. im Kot g | Tränkwasser g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Hammel II. | | | | | | |
| 3. Juni 1913 . . . | 19.3 | 52.5 | 1022.0 | 35.37 | 361.5 | 2100 |
| 4. „ „ . . . . | 19.5 | | 987.5 | 34.70 | 342.7 | 2990 |
| 5. „ „ . . . . | 20.0 | | 1082.5 | 34.47 | 373.2 | 2270 |
| 6. „ „ . . . . | 19.3 | | 966.5 | 34.71 | 335.5 | 2185 |
| 7. „ „ . . . . | 18.3 | | 992.0 | 34.55 | 342.7 | 2240 |
| 8. „ „ . . . . | 18.5 | | 897.5 | 36.58 | 328.3 | 2150 |
| 9. „ „ . . . . | 17.5 | | 948.0 | 36.52 | 346.2 | 2030 |
| 10. „ „ . . . . | 15.5 | | 875.5 | 37.91 | 331.9 | 2100 |
| 11. „ „ . . . . | 15.1 | | 841.0 | 39.14 | 329.2 | 1870 |
| 12. „ „ . . . . | 14.1 | 53.0 | 964.5 | 36.92 | 356.1 | 2000 |
| Im Mittel: | 17.7 | + 0.5 | 957.7 | 35.99 | 344.7 | 2193.5 |

**Tabelle XXVIII.**

Futterrationen.

| Periode | Versuchstier Nr. | Art der Futtermittel | Lufttrocken g | Trockensubstanz % | Trockensubstanz g |
|---|---|---|---|---|---|
| X | I u. II | Wiesenheu . . . . . | 200 | 79.02 | 158.0 |
| | | Melasseschnitzel . . . . | 200 | 77.07 | 154.1 |
| | | Sojamehl . . . . . | 150 | 86.65 | 130.0 |
| | | Rapsstroh . . . . . | 450 | 80.03 | 360.1 |
| | | Summa: | 1000 | | 802.2 |
| XI | I u. II | Wiesenheu . . . . . | 200 | 79.02 | 158.0 |
| | | Melasseschnitzel . . . . | 200 | 77.07 | 154.1 |
| | | Sojamehl . . . . . | 150 | 86.65 | 130.0 |
| | | Rübsenstroh . . . . . | 450 | 80.00 | 360.0 |
| | | Summa: | 1000 | | 802.1 |
| XII | I | Wiesenheu . . . . . | 400 | 79.02 | 316.1 |
| | | Melasseschnitzel . . . . | 400 | 77.07 | 308.3 |
| | | Sojamehl . . . . . | 300 | 86.65 | 260.0 |
| | | Summa: | 1100 | | 884.4 |
| XII | II | Wiesenheu . . . . . | 400 | 81.17 | 324.7 |
| | | Melasseschnitzel . . . . | 400 | 76.04 | 304.2 |
| | | Sojamehl . . . . . | 300 | 86.72 | 260.2 |
| | | Summa: | 1100 | | 889.1 |

| Periode | Versuchstier Nr. | Art der Futtermittel | Lufttrocken g | Trockensubstanz % | Trockensubstanz g |
|---|---|---|---|---|---|
| XIII | I | Wiesenheu | 200 | 81.17 | 162.3 |
| | | Melasseschnitzel | 200 | 76.04 | 152.1 |
| | | Sojamehl | 150 | 86.72 | 130.1 |
| | | Erbsenstroh | 450 | 85.00 | 382.5 |
| | | Summa: | 1000 | | 827.0 |
| XIII | II | Wiesenheu | 200 | 79.02 | 158.0 |
| | | Melasseschnitzel | 200 | 77.07 | 154.1 |
| | | Sojamehl | 150 | 86.65 | 130.0 |
| | | Erbsenstroh | 450 | 82.21 | 370.0 |
| | | Summa: | 1000 | | 812.1 |
| XIV | I u. II | Wiesenheu | 200 | 79.02 | 158.0 |
| | | Melasseschnitzel | 200 | 77.07 | 154.1 |
| | | Sojamehl | 150 | 86.63 | 130.0 |
| | | Lupinenstroh | 450 | 81.53 | 366.9 |
| | | Summa: | 1000 | | 809.0 |

**Tabelle XXIX.**

Prozentische Zusammensetzung der Futtermittel und des Kotes.

| | Organ. Substanz % | Rohprotein % | Reineiweiss % | N-freie Extraktst. % | Rohfett % | Rohfaser % | Reinasche % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Futtermittel:** | | | | | | | |
| Wiesenheu | 89.27 | 12.42 | 12.16 | 45.69 | 3.17 | 27.99 | 10.73 |
| Melasseschnitzel | 94.62 | 9.52 | 7.47 | 72.53 | 0.15 | 12.42 | 5.38 |
| Sojamehl | 93.55 | 51.05 | 49.15 | 34.39 | 1.55 | 6.56 | 6.45 |
| Rapsstroh | 94.29 | 4.45 | 4.19 | 36.02 | 0.96 | 52.86 | 5.71 |
| Rübsenstroh | 92.98 | 6.70 | 6.05 | 36.49 | 0.83 | 48.96 | 7.02 |
| Erbsenstroh | 94.56 | 9.79 | 9.12 | 35.60 | 1.51 | 47.66 | 5.44 |
| Lupinenstroh | 97.40 | 5.65 | 5.23 | 32.87 | 1.31 | 57.57 | 2.60 |
| **Kotproben:** | | | | | | | |
| Periode X, Hammel I | 91.32 | 7.07 | — | 33.64 | 1.75 | 48.86 | 8.68 |
| „ II | 91.44 | 7.15 | — | 33.36 | 1 60 | 49.33 | 8.56 |
| Periode XI, „ I | 89.86 | 9.05 | — | 34.10 | 1.67 | 45.05 | 10.14 |
| „ II | 89.84 | 8.55 | — | 34.22 | 1.53 | 45.54 | 10.16 |
| Periode XII, „ I | 81.90 | 17.14 | — | 40.01 | 4.31 | 20.44 | 18.10 |
| „ II | 81.19 | 15.79 | — | 39.91 | 3.80 | 21.69 | 18.81 |
| Periode XIII, „ I | 88.56 | 9.77 | — | 32.86 | 1.88 | 44.05 | 11.44 |
| „ II | 87.67 | 10.35 | — | 31.41 | 2.07 | 43.84 | 12.33 |
| Periode XIV, „ I | 91.85 | 8.58 | — | 34.31 | 1.59 | 47.37 | 8.15 |
| „ II | 91.80 | 8.66 | — | 34.28 | 1.77 | 47.09 | 8.20 |

**Tabelle XXX.**

Zusammensetzung der Futterrationen.

| Art der Futtermittel | Trocken-substanz g | Organ. Substanz g | Roh-protein g | N-freie Extraktst. g | Rohfett g | Rohfaser g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Periode X, Versuchstier Nr. I und II. | | | | | | |
| Wiesenheu | 158.0 | 141.1 | 19.6 | 72.2 | 5.0 | 44.2 |
| Melasseschnitzel | 154.1 | 145.8 | 14.7 | 111.8 | 0.2 | 19.1 |
| Sojamehl | 130.0 | 121.6 | 66.4 | 44.7 | 2.0 | 8.5 |
| Rapsstroh | 360.1 | 339.5 | 16.0 | 129.7 | 3.5 | 190.3 |
| Summa: | 802.2 | 748.0 | 116.7 | 358.4 | 10.7 | 262.1 |
| Periode XI, Versuchstier Nr. I und II. | | | | | | |
| Wiesenheu | 158.0 | 141.1 | 19 6 | 72.2 | 5.0 | 44.2 |
| Melasseschnitzel | 154.1 | 145.8 | 14.7 | 111.8 | 0.2 | 19.1 |
| Sojamehl | 130.0 | 121.6 | 66.4 | 44.7 | 2.0 | 8.5 |
| Rübsenstroh | 360.0 | 334.7 | 24.1 | 131.4 | 3.0 | 176.3 |
| Summa: | 802.1 | 743.2 | 124.8 | 360.1 | 10.2 | 248.1 |
| Periode XII, Versuchstier Nr. I. | | | | | | |
| Wiesenheu | 316.1 | 282.2 | 39.3 | 144.4 | 10.0 | 88.5 |
| Melasseschnitzel | 308.3 | 291.2 | 29.4 | 223.6 | 0.5 | 38.3 |
| Sojamehl | 260.0 | 243.2 | 135.7 | 89.4 | 4.0 | 17.1 |
| Summa: | 884.4 | 816.6 | 201.4 | 457.4 | 14.5 | 143.9 |
| Periode XII, Versuchstier Nr. II. | | | | | | |
| Wiesenheu | 324.7 | 289.9 | 40.3 | 148.4 | 10.3 | 90.9 |
| Melasseschnitzel | 304.2 | 287.8 | 29.0 | 220.6 | 0.5 | 37.8 |
| Sojamehl | 260.2 | 243.4 | 132.8 | 89.5 | 4.0 | 17.1 |
| Summa: | 889.1 | 821.1 | 202.1 | 458.5 | 14.8 | 145.8 |
| Periode XIII, Versuchstier Nr. I. | | | | | | |
| Wiesenheu | 162.3 | 144.9 | 20.2 | 74.2 | 5.2 | 45.4 |
| Melasseschnitzel | 152.1 | 143.9 | 14.5 | 110.3 | 0.2 | 18.9 |
| Sojamehl | 130.1 | 121.7 | 66.4 | 44.7 | 2.0 | 8.5 |
| Erbsenstroh | 382 5 | 361.7 | 34.5 | 136.2 | 5.8 | 182.3 |
| Summa: | 827.0 | 772.2 | 135.6 | 365.4 | 13.2 | 255.1 |
| Periode XIII, Versuchstier Nr. II. | | | | | | |
| Wiesenheu | 158.0 | 141.1 | 19.6 | 72.2 | 5.0 | 44.2 |
| Melasseschnitzel | 154.1 | 145.8 | 14.7 | 111.8 | 0.2 | 19.1 |
| Sojamehl | 130.0 | 121.6 | 66.4 | 44.7 | 2.0 | 8.5 |
| Erbsenstroh | 370.0 | 349.9 | 36.2 | 131.7 | 5.6 | 176.3 |
| Summa: | 812.1 | 758.4 | 136.9 | 360.4 | 12.8 | 248.1 |
| Periode XIV, Versuchstier Nr. I und II. | | | | | | |
| Wiesenheu | 158.0 | 141.1 | 19.6 | 72.2 | 5.0 | 44.2 |
| Melasseschnitzel | 154.1 | 145.8 | 14.7 | 111.8 | 0.2 | 19.1 |
| Sojamehl | 130.0 | 121.6 | 66.4 | 44.7 | 2.0 | 8.5 |
| Lupinenstroh | 366.9 | 357.4 | 20.7 | 120.6 | 4.8 | 211.2 |
| Summa: | 809.0 | 765.9 | 121.4 | 349.3 | 12.0 | 283.0 |

**Tabelle XXXI.**

Verdaute Nährstoffmengen.

| | Trocken-substanz g | Organ. Substanz g | Roh-protein g | N-freie Extraktst. g | Rohfett g | Rohfaser g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Periode X, Hammel I.** | | | | | | |
| Im Futter | 802.2 | 748.0 | 116.7 | 358.4 | 10.7 | 262.1 |
| „ Kote | 348.4 | 318.2 | 24.6 | 117.2 | 6.1 | 170.2 |
| Verdaut: | 453.8 | 429.8 | 92.1 | 241.2 | 4.6 | 91.9 |
| **Periode X, Hammel II.** | | | | | | |
| Im Futter | 802.2 | 748.0 | 116.7 | 358.4 | 10.7 | 262.1 |
| „ Kote | 353.9 | 323.6 | 25.3 | 118.1 | 5.7 | 174.6 |
| Verdaut: | 448.3 | 424.4 | 91.4 | 240.3 | 5.0 | 87.5 |
| **Periode XI, Hammel I.** | | | | | | |
| Im Futter | 802.1 | 743.2 | 124.8 | 360.1 | 10.2 | 248.1 |
| „ Kote | 337.2 | 303.0 | 30.5 | 115.0 | 5.6 | 151.9 |
| Verdaut: | 464.9 | 440.2 | 94.3 | 245.1 | 4.6 | 96.2 |
| **Periode XI, Hammel II.** | | | | | | |
| Im Futter | 802.1 | 743.2 | 124.8 | 360.1 | 10.2 | 248.1 |
| „ Kote | 336.7 | 302.5 | 28.8 | 115.2 | 5.2 | 153.3 |
| Verdaut: | 465.4 | 440.7 | 96.0 | 244.9 | 5.0 | 94.8 |
| **Periode XII, Hammel I.** | | | | | | |
| Im Futter | 884.4 | 816.6 | 201.4 | 457.4 | 14.5 | 143.9 |
| „ Kote | 211.9 | 173.6 | 36.3 | 84.8 | 9.1 | 43.3 |
| Verdaut: | 672.5 | 643.0 | 165.1 | 372.6 | 5.4 | 100.6 |
| **Periode XII, Hammel II.** | | | | | | |
| Im Futter | 889.1 | 821.1 | 202.1 | 458.5 | 14.8 | 145.8 |
| „ Kote | 225.4 | 183.0 | 35.6 | 90.0 | 8.6 | 48.9 |
| Verdaut: | 663.7 | 638.1 | 166.5 | 368.5 | 6.2 | 96.9 |
| **Periode XIII, Hammel I.** | | | | | | |
| Im Futter | 827.0 | 772.2 | 135.6 | 365.4 | 13.2 | 255.1 |
| „ Kote | 340.8 | 301.8 | 33.3 | 112.0 | 6.4 | 150.1 |
| Verdaut: | 486.2 | 470.4 | 102.3 | 253.4 | 6.8 | 105.0 |

| | Trocken-substanz g | Organ. Substanz g | Roh-protein g | N-freie Extraktst. g | Rohfett g | Rohfaser g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Periode XIII, Hammel II.** | | | | | | |
| Im Futter | 812.1 | 758.4 | 136.9 | 360.4 | 12.8 | 248.1 |
| „ Kote | 323.2 | 283.3 | 33.5 | 101.5 | 6.7 | 141.7 |
| Verdaut: | 488.9 | 475.1 | 103.4 | 258.9 | 6.1 | 106.4 |
| **Periode XIV, Hammel I.** | | | | | | |
| Im Futter | 809.0 | 765.9 | 121.4 | 349.3 | 12.0 | 283.0 |
| „ Kote | 331.3 | 304.3 | 28.4 | 113.7 | 5.3 | 156.9 |
| Verdaut: | 477.7 | 461.6 | 93.0 | 235.6 | 6.7 | 126.1 |
| **Periode XIV, Hammel II.** | | | | | | |
| Im Futter | 809.0 | 765.9 | 121.4 | 349.3 | 12.0 | 283.0 |
| „ Kote | 344.7 | 316.4 | 29.9 | 118.1 | 6.1 | 162.3 |
| Verdaut: | 464.3 | 449.5 | 91.5 | 231.2 | 5.9 | 120.7 |

Was nun zunächst die Verdaulichkeit des Grundfutters (Periode XII) anbetrifft, so berechnen sich aus den vorhergehenden Tabellen für das einzelne Tier folgende Verdauungskoeffizienten:

| | Hammel I % | Hammel II % | Im Mittel % |
|---|---|---|---|
| Trockensubstanz | 76.0 | 74.7 | **75.4** |
| Organische Substanz | 78.7 | 77.7 | **78.2** |
| Rohprotein | 82.0 | 82.4 | **82.2** |
| N-freie Extraktstoffe | 81.5 | 80.4 | **81.0** |
| Rohfett | 37.2 | 41.9 | **39.6** |
| Rohfaser | 69.9 | 66.5 | **68.2** |

Hiernach kamen also bei beiden Tieren nahezu die gleichen Nährstoffmengen zur Resorption. Bei der Berechnung der Verdaulichkeit der verschiedenen Stroharten sind die für jedes Tier ermittelten Verdauungskoeffizienten der Grundfutterperiode gesondert der Berechnung zugrunde gelegt.

| | Trocken-substanz g | Organ. Substanz g | Roh-protein g | N-freie Extraktst. g | Rohfett g | Rohfaser g |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Periode X, Hammel I.** | | | | | | |
| Wirklich verdaut . . . . . | 453.8 | 429.8 | 92.1 | 241.2 | 4.6 | 91.9 |
| Ab für Grundfutter . . . . . | 336.2 | 321.5 | 82.5 | 186.3 | 2.7 | 50.3 |
| Vom Rapsstroh verdaut: | 117.6 | 108.3 | 9.6 | 54.9 | 1.9 | 41.6 |
| **Periode X, Hammel II.** | | | | | | |
| Wirklich verdaut . . . . . | 448.3 | 424.4 | 91.4 | 240.3 | 5.0 | 87.5 |
| Ab für Grundfutter . . . . . | 330.2 | 317.4 | 83.0 | 183.9 | 3.0 | 47.7 |
| Vom Rapsstroh verdaut: | 118.1 | 107.0 | 8.4 | 56.4 | 2.0 | 39.8 |
| **Periode XI, Hammel I.** | | | | | | |
| Wirklich verdaut . . . . . | 464.9 | 440.2 | 94.3 | 245.1 | 4.6 | 96.2 |
| Ab für Grundfutter . . . . . | 336.2 | 321.5 | 82.5 | 186.3 | 2.7 | 50.3 |
| Vom Rübsenstroh verdaut: | 128.7 | 118.7 | 11.8 | 58.8 | 1.9 | 45.9 |
| **Periode XI, Hammel II.** | | | | | | |
| Wirklich verdaut . . . . . | 465.4 | 440.7 | 96.0 | 244.9 | 5.0 | 94.8 |
| Ab für Grundfutter . . . . . | 330.2 | 317.4 | 83.0 | 183.9 | 3.0 | 47.7 |
| Vom Rübsenstroh verdaut: | 135.2 | 123.3 | 13.0 | 61.0 | 2.0 | 47.1 |
| **Periode XIII, Hammel I.** | | | | | | |
| Wirklich verdaut . . . . . | 486.2 | 470.4 | 102.3 | 253.4 | 6.8 | 105.0 |
| Ab für Grundfutter . . . . . | 337.8 | 323.1 | 82.9 | 186.8 | 2.8 | 50.9 |
| Vom Erbsenstroh verdaut: | 148.4 | 147.3 | 19.4 | 66.6 | 4.0 | 54.1 |
| **Periode XIII, Hammel II.** | | | | | | |
| Wirklich verdaut . . . . . | 488.9 | 475.1 | 103.4 | 258.9 | 6.1 | 106.4 |
| Ab für Grundfutter . . . . . | 330.2 | 317.4 | 83.0 | 183.9 | 3.0 | 47.7 |
| Vom Erbsenstroh verdaut: | 158.7 | 157.7 | 20.4 | 75.0 | 3.1 | 58.7 |
| **Periode XIV, Hammel I.** | | | | | | |
| Wirklich verdaut . . . . . | 477.6 | 461.6 | 93.0 | 235.6 | 6.7 | 126.1 |
| Ab für Grundfutter . . . . . | 336.2 | 321.5 | 82.5 | 186.3 | 2.7 | 50.3 |
| Vom Lupinenstroh verdaut: | 141.5 | 140.1 | 10.5 | 49.3 | 4.0 | 75.8 |
| **Periode XIV, Hammel II.** | | | | | | |
| Wirklich verdaut . . . . . | 464.3 | 449.5 | 91.5 | 231.2 | 5.9 | 120.7 |
| Ab für Grundfutter . . . . . | 330.2 | 317.4 | 83.0 | 183.9 | 3.0 | 47.7 |
| Vom Lupinenstroh verdaut: | 134.1 | 132.1 | 8.5 | 47.3 | 2.9 | 73.0 |

Hiernach gestalten sich nun die Verdauungskoeffizienten für die untersuchten Cruciferen- und Leguminosenstroharten wie folgt:

| | Trocken-substanz % | Organ. Substanz % | Roh-protein % | N-freie Extraktst. % | Rohfett % | Rohfaser % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Rapsstroh:** | | | | | | |
| Hammel I | 32.7 | 31.9 | 60.0 | 42.3 | 54.3 | 21.9 |
| „ II | 32.8 | 31.5 | 52.5 | 43.5 | 57.1 | 20.9 |
| **Im Mittel:** | **32.8** | **31.7** | **56.3** | **42.9** | **55.7** | **21.4** |
| **Rübsenstroh:** | | | | | | |
| Hammel I | 35.8 | 35.5 | 49.0 | 44.8 | 63.3 | 26.0 |
| „ II | 37.6 | 36.8 | 53.9 | 46.4 | 66.7 | 26.7 |
| **Im Mittel:** | **36.7** | **36.2** | **51.5** | **45.6** | **65.0** | **26.4** |
| **Erbsenstroh:** | | | | | | |
| Hammel I | 38.8 | 40.7 | 56.2 | 48.9 | 69.0 | 29.7 |
| „ II | 42.8 | 45.1 | 56.4 | 56 9 | 55.4 | 33.3 |
| **Im Mittel:** | **40.8** | **42.9** | **56.3** | **52.9** | **62.2** | **31.5** |
| **Lupinenstroh:** | | | | | | |
| Hammel I | 38.6 | 39.2 | 50.7 | 40.8 | 83.3 | 35.9 |
| „ II | 36.6 | 37.0 | 41.1 | 39.2 | 60.4 | 34.6 |
| **Im Mittel:** | **37.6** | **38.1** | **45.9** | **40.0** | **71.8** | **35.2** |

Sehen wir uns zunächst die Verdaulichkeit der beiden Cruciferenstrohsorten an, so unterscheiden sich hierin Raps- und Rübsenstroh nicht wesentlich voneinander. Nimmt man nun auf Grund der früheren mit sieben verschiedenen Haferstrohharten an elf Tieren durchgeführten Ausnutzungsversuche an, dass vom Haferstroh im Durchschnitt dieser sieben Versuche verdaut wurden 48 % von der organischen Substanz, 33 % vom Rohprotein, 36 % vom Rohfett, 46 % von den stickstofffreien Extraktstoffen und 54 % von der Rohfaser, und vergleicht diese Zahlen mit den hier von uns für Raps- und Rübsenstroh gewonnenen, so dürften in bezug auf ihren Nährwert letztere doch nicht ganz mit dem Sommerhalmstroh auf eine Stufe zu stellen sein. Und das gleiche gilt auch in bezug auf die in vorliegender Arbeit mit den verschiedenen Sommergetreidestrohsorten erzielten Resultate.

Etwas nährstoffreicher scheint, entsprechend den herrschenden Anschauungen, das Leguminosenstroh zu sein. Wenn jedoch Kellner angibt, dass das Leguminosenstroh im Futterwert gutem Wiesenheu, ja sogar Kleeheu mittlerer Güte gleichkommen kann, so trifft dies wenigstens in unserem Falle nicht zu. Denn das hier untersuchte Erbsen- und Lupinenstroh ist keineswegs besser, als das allermeiste Getreidestroh. Vor dem Zerealienstroh zeichnet es sich in seiner chemischen Zusammensetzung und zwar namentlich das Erbsenstroh nur durch einen höheren Proteingehalt aus, dagegen ist sein Rohfasergehalt reichlich ebensohoch wie beim Getreidestroh. Auch in bezug auf die Verdaulichkeit und den Nährwert können die hier untersuchten Leguminosenstroharten keineswegs höher bewertet werden, als das Getreidestroh.

## Ergebnisse.

1. Die allgemeine Anschauung, dass das Sommergetreidestroh ohne weiteres rohfaserärmer ist, als das entsprechende Wintergetreidestroh, dürfte in vielen Fällen nicht zutreffen und diese Ansicht daher auch nicht als allgemein gültig anzusehen sein.

2. Der Einfluss der Witterungsverhältnisse ist auf den prozentualen Gehalt der verschiedenen Getreidestroharten an organischen wie anorganischen Bestandteilen ein verhältnismässig geringer, wenigstens tritt er nicht in so scharfer Weise wie namentlich bei proteinreicheren Rauhfutterstoffen (Wiesenheu, Kleeheu usw.) hervor.

3. Die Königsche Rohfasermethode liefert eine in der Hauptsache pentosanfreie Rohfaser, was für die Weender Methode nicht zutrifft. Hierauf ist wohl auch in vielen Fällen die geringere Rohfaserausbeute nach dem Königschen Verfahren zurückzuführen sein.

4. Die Königsche Methode zur Bestimmung der Reinzellulose und der inkrustierenden Substanzen (Lignin und Kutin) halten wir nicht für richtig. Sie gibt für die Reinzellulose zu niedrige, für die inkrustierenden Substanzen häufig unrichtige Werte. Das beste Verfahren zur Bestimmung der Reinzellulose ist zurzeit jedenfalls dasjenige von Cross und Bevan.

5. Ein wesentlicher Unterschied in der Verdaulichkeit des Sommer- und Wintergetreidestrohes hat sich aus unseren Versuchen nicht ergeben; die verschiedenen Stroharten sind vielmehr in dieser Hinsicht als einander annähernd gleichwertig anzusprechen. Das Stroh der Cruciferen (Raps und Rübsen) ist gegenüber dem Getreidestroh als minderwertiger zu bezeichnen. Als letzterem ungefähr gleichwertig aber ist das Stroh der Leguminosen anzusprechen.

6. Der Wert eines Rauhfutterstoffes kommt richtig einzig und allein im Stärkewert zum Ausdruck. Die Klassifizierung nach Protein- und Rohfasergehalt führt in der Regel zu falschen Beurteilungen.

7. Der verdaute Anteil der Rohfaser besitzt die Zusammensetzung der reinen Zellulose. In bezug hierauf ergeben die Untersuchungen unter Zugrundelegung der Weender Rohfaser besser untereinander übereinstimmende Resultate als bei der KÖNIGschen Rohfasermethode. Die Ursache hierfür dürfte wohl darin zu suchen sein, dass bei letzterem Verfahren einerseits ein Teil der Zellulose zerstört wird, anderseits aber häufig doch noch erhebliche Teile von Lignin und Kutin zurückbleiben.

---

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. HONCAMP für die Anregung zu dieser Arbeit und für das derselben stets entgegengebrachte Interesse meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

# Lebenslauf.

Geboren wurde ich, Friedrich Eberhard Ries, zu Karlsruhe (Baden) am 18. Juli 1883 als Sohn des städtischen Gartendirektors Friedrich Ries und seiner Gattin Frieda geb. Bachert. Ich bin evangelischer Konfession. In meiner Heimatstadt besuchte ich das Grossherzogliche Gymnasium, das ich in Obersekunda verliess, um mich einem praktischen Berufe zuzuwenden. Vom 1. April 1900 bis 1. April 1903 erlernte ich die Pharmazie und bestand im März 1903 vor der Regierung in Karlsruhe die pharmazeutische Vorprüfung. Vom 1. April 1903 bis 1. Oktober 1905 konditionierte ich in Karlsruhe, Genf und Wiesbaden. Wintersemester 1905/06 bis Wintersemester 1907/08 studierte ich an der Technischen Hochschule Fridericiana in Karlsruhe Pharmazie und bestand am 2. November 1907 vor der Prüfungskommission in Karlsruhe die pharmazeutische Hauptprüfung. Von November 1907 bis September 1908 war ich als Apotheker in dem städtischen Krankenhaus zu Karlsruhe tätig. Vom 1. Oktober 1908 bis 11. November 1909 genügte ich meiner Militärdienstpflicht einschliesslich einer 42tägigen Übung. Vom 1. Dezember 1909 bis 1. Oktober 1911 war ich als Apotheker in dem städtischen Krankenhaus zu Darmstadt tätig. Wintersemester 1911/12 studierte ich an der Technischen Hochschule zu Karlsruhe Chemie und bestand am 1. März das Chemiker-Verbandsexamen. Sommersemester 1911 bis Wintersemester 1913/14 studierte ich an der Landesuniversität Rostock und war mit der Ausführung vorliegender Arbeit beschäftigt Am 4. Dezember 1913 bestand ich die mündliche Doktorprüfung und am 30. Dezember 1913 die Nahrungsmittelchemiker-Hauptprüfung.